ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 MARS 1941.

PRÉSIDENCE DE M. HYACINTHE VINCENT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur un critérium astronomique de relativité.* Note de M. **Ernest Esclangon.**

M. F. Prunier (¹) a indiqué un critérium astronomique de relativité, sur lequel il nous paraît utile d'apporter quelques précisions complémentaires. Dans les remarques que nous avons formulées à la suite de cette Note, nous avons montré qu'il devrait se traduire en fait par une *discordance* importante entre les *observations méridiennes* absolues des planètes et leurs observations rapportées aux étoiles.

Pour éviter toute ambiguïté concernant la définition du temps, supposons, pour fixer les idées, qu'il existe une étoile double observable dans laquelle la période de révolution de l'étoile satellite soit égale à 24 heures du temps sidéral défini en astronomie. Rapporté à cette étoile, le temps se trouve ainsi bien défini et mesuré avec nos horloges dans un système galiléen de référence Σ attaché à l'ensemble des étoiles lointaines.

Pour simplifier le problème, supposons la Terre fixe et un satellite m, décrivant autour de son centre une orbite circulaire de rayon r. En rapportant la direction apparente de ce satellite *à la sphère céleste étoilée*, on obtient sa vitesse angulaire Ω, dans le système Σ. De même les *observations méridiennes* des étoiles fournissent la vitesse angulaire de rotation α de la Terre dans le même système.

(¹) Note suivie de *Remarques* de M. Ernest Esclangon (*Comptes rendus*, 212, 1941, p. 432).

Si nous faisons maintenant des *observations méridiennes absolues du satellite m*, nous obtenons, avec nos horloges, sa vitesse angulaire ω par rapport à la Terre en rotation, vitesse exprimée toujours dans le système Σ.

En cinématique classique, on doit avoir

$$\Omega = \alpha + \omega, \tag{1}$$

relation dans laquelle toutes les données sont des éléments d'observation. Cette relation est vérifiée en fait avec une grande approximation; la cinématique relativiste, au contraire, montrerait qu'elle est seulement approchée. Il s'agit de se rendre compte *théoriquement* de son degré d'approximation en adoptant ce second point de vue.

Pour cela, considérons, avec M. Prunier, un système galiléen S' en mouvement de translation uniforme dans lequel le point M, du système S, formé par la Terre en rotation, qui coïncide avec m à l'instant considéré, a une vitesse nulle par rapport à S'. Dans ce système S', le satellite m possède, à l'instant considéré, une certaine vitesse v' qui, *divisée par r*, définit une certaine vitesse angulaire ω', *inconnue* et constante, mais qu'on peut déduire de α et de Ω par les formules de relativité restreinte attachées aux systèmes Σ et S'. On tire d'abord de ces formules

$$\Omega = \frac{\alpha + \omega'}{1 + \dfrac{\alpha\omega' r^2}{c^2}}. \tag{2}$$

D'autre part il faut tenir compte de la dilatation du temps quand on compare les systèmes S' et Σ. On peut dire que $2\pi/\omega$ correspond au temps de révolution par rapport à la Terre en rotation, mesuré dans le système Σ, alors que $2\pi/\omega'$ correspond au temps de la même révolution mesuré par intégration dans les divers systèmes galiléens S' tangents le long de l'orbite du point m [2], de sorte que l'on en déduit

$$\omega' = \frac{\omega\sqrt{1 - \dfrac{\alpha^2 r^2}{c^2}}}{1 - \dfrac{\alpha\omega r^2}{c^2}}, \tag{3}$$

---

[2] Ici, peut-être, pourraient se manifester certaines divergences d'interprétation dans lesquelles se retrouveraient les difficultés propres aux systèmes en rotation, telles, par exemple, que celle concernant le rapport de la circonférence au diamètre; elles ne seraient pas de nature, semble-t-il, à modifier l'ordre de grandeur inadmissible des résultats obtenus. Il n'est pas douteux toutefois que les formules (2) et (3) expriment en définitive l'application, au premier ordre, des formules de relativité restreinte au glissement d'une circonférence sur une circonférence égale.

d'où, en portant dans la relation (2) et négligeant les termes du second ordre,

$$\Omega = \alpha + \omega - \frac{3}{2}\frac{\alpha^2 \omega r^2}{c^2}, \tag{4}$$

expression donnant la valeur de l'écart qui en résulterait entre les données d'observation Ω et $\alpha + \omega$.

Pour un satellite qui serait à la distance de la Lune, avec une durée de révolution égale à celle de cet astre, l'écart angulaire en un jour serait de 0″,0006. A la distance du Soleil, avec une durée de révolution égale à 365 jours, cet écart atteindrait 7″, valeur évidemment inadmissible.

Les conjonctions ou oppositions de deux satellites, l'un à la distance de la Lune, l'autre à la distance du Soleil, avec les mêmes durées de révolution que ces deux astres respectivement, accuseraient des divergences encore plus grandes. Les conjonctions consécutives, par exemple, comporteraient dans leur intervalle un écart considérable de $6^m 37^s$.

Ces résultats montrent évidemment qu'une telle théorie est incompatible avec les faits, soit dans certains de ses points, soit dans son ensemble. Il ne serait pas déraisonnable toutefois de rechercher, par la comparaison très précise des observations méridiennes absolues de planètes avec celles rapportées à la sphère céleste étoilée, s'il est possible de mettre en évidence quelque différence entre les vitesses de rotation Ω et $\alpha + \omega$.

BIOLOGIE. — *Statistique sexuelle et parthénogenèse chez les Oribates (Acariens).* Note de M. François Grandjean.

La parthénogenèse n'a jamais été signalée chez les Oribates. Il suffit cependant, pour se convaincre peu à peu qu'elle existe, et même qu'elle est très commune, de relever la composition sexuelle de petits lots d'adultes, c'est-à-dire les nombres de mâles et de femelles dans chacun d'eux. On constate fréquemment, toujours pour les mêmes espèces, l'absence de mâles. Je fais ce travail depuis plusieurs années, à l'occasion d'autres recherches, mais en vue d'obtenir un résultat général sur la répartition des sexes. J'ai donc examiné beaucoup de récoltes, en variant le mieux possible les localités et les saisons et en choisissant les espèces de manière qu'elles représentent assez bien, malgré des lacunes que je comblerai plus tard, l'ensemble du sous-ordre. Aujourd'hui, le total de mes relevés dépasse un peu 6800 exemplaires. Il devient donc intéressant d'en dire quelques mots.

La méthode employée est la plus directe. Après avoir éclairci, on reconnaît l'armature génitale par transparence. S'il le faut, on enlève le notogaster. Dans les cas difficiles on extrait l'armature et on l'examine séparément.

La taille moyenne des mâles est inférieure à celle des femelles. La différence est forte ou faible, parfois presque nulle, selon les espèces. Elle ne peut pas être utilisée pour la détermination du sexe parce que les plus grands mâles sont plus grands que les plus petites femelles.

Il est assez fréquent qu'une femelle se reconnaisse à son ouverture génitale plus grande, compte tenu de sa taille. Je n'ai pas étudié systématiquement ce caractère, mais je l'ai constaté chez *Hermannia gibbus*, *H. reticulata*, *Liodes ionicus*, *Ameronothrus bilineatus*, *Metabelba papillipes*, *Caleremæus monilipes*, *Eremobelba pectinigera*, *Conoppia palmicincta*, *Edwardzetes Edwardsii*.

Dans ce qui suit le premier chiffre entre parenthèses est celui des femelles, le deuxième celui des mâles. Je donne tantôt un résultat global, parce qu'il serait trop long de donner ici le détail des récoltes, tantôt des résultats particuliers. Quand les résultats particuliers, pour une même espèce, sont très différents, je ne les additionne pas pour former un résultat global. Ce cas est d'ailleurs limité, pour le moment, à *Scutovertex minutus*. Si aucun lieu n'est mentionné, c'est qu'il s'agit de plusieurs localités françaises; si aucun mois n'est indiqué, les récoltes ont été faites à plusieurs saisons.

Les 74 espèces étudiées se répartissent en 3 groupes.

Le groupe S ou bisexué normal est le plus nombreux. Il comprend la presque totalité des Brachypylina, deux familles de Macropylina (*Liodidæ*, *Hermanniidæ*) et une partie des Ptyctima. Il faut y mettre aussi des Palæacariformes, car *Acaronychus Trägårdhi* et *Palæacarus appalachicus*, pour lesquels je ne peux pas encore donner une statistique, sont sûrement à mâles communs.

Pelops acromios (Herm.), (131, 131). — *Galumna alatus* (Herm.), Périgueux, (39, 58). — *Edwardzetes Edwardsii* (Nic.), (35, 36). — *Diapterobates humeralis* (Herm.), (42, 29). — *Oribatella calcaratus* (Koch), Périgueux, (19, 15). — *Tectoribates sp.*, Paris, (30, 31). — *Lepidozetes singularis* Berl., Chartreuse, juin, (92, 50). — *Humerobates rostrolamellatus* Grandj., Périgueux, (40, 20). — *Oribatula tibialis* (Nic.), Périgueux, (79, 47). — *Lucoppia lucorum* (Koch), Périgueux, (589, 574). — *Oppia concolor* (Berl.), Périgueux, (62, 57). — *Passalozetes sp.*, Hammam-Meskoutine (Algérie), décembre, (52, 97). — *Ameronothrus bilineatus* (Mich.) *n. subsp.*, Trégastel, juillet, (123, 101). — *Ceratoppia bipilis* (Herm.),

(19, 18). — *Conoppia palmicincta* (Mich.), Périgueux, (16, 15). — *Zetorchestes sp.*, Algérie, décembre, (9, 11). — *Eremobelba pectinigera* Berl., Périgueux, (35, 40). — *Caleremæus monilipes* (Mich.), (43, 57). — *Nellacarus petrocoriensis* Grandj., Périgueux, (18, 7). — *Porobelba spinosus* (Selln.), (9, 14). — *Metabelba papillipes* (Nic.), Périgueux, (32, 54). — *Licnobelba alestensis* Grandj., Maroc, avril, (41, 60). — *Cymbæremæus cymba* (Nic.), (16, 16). — *Xenillus tegeocranus* (Herm.), Périgueux, (32, 40). — *Liacarus nitens* (Gervais), Périgueux, (15, 36). — *L. similis* (Nic.), (17, 47). — *Adoristes ovatus* (Koch), Retournemer, juillet, (11, 15). — *Hermanniella granulata* (Nic.), Ceilhes (Hérault), août, (12, 14). — *H. punctulata* Berl., Crécy (Somme), juin, (7, 8). — *H. dolosa* Grandj., Menton, mai, (12, 12). — *Liodes ionicus* Selln., Menton, mai, (12, 13). — *Platyliodes scaliger* (Koch), Périgueux, février, (1, 5). — *Hermannia gibbus* (Koch), Retournemer, juillet, (32, 45). — *H. reticulata* (Thor.), Trégastel, juin, (28, 23) — *Steganacarus magna* (Nic.), (10, 6). — *Phthiracarus sp.*, Périgueux, mai, (45, 78). — *Mesoplophora pulchra* Selln., Mamora (Maroc), mai, (10, 13).

Des chiffres précédents on peut conclure, je crois, que les mâles et les femelles sont en égal nombre, de sorte que le sexe est probablement déterminé, dans ce groupe, par le mécanisme habituel des chromosomes. Les irrégularités numériques ne me semblent pas dépasser l'importance qu'on peut leur prévoir dans cette hypothèse. Même chez *Liacarus*, où elles sont le plus fortes, elles peuvent être dues au hasard, le nombre des exemplaires observés étant petit, ou provenir d'autres causes, par exemple de conditions éthologiques favorisant la capture de l'un des sexes.

Le groupe SP est formé par deux genres d'Oribates supérieurs à tendance parthénogénétique.

Le genre *Hydrozetes* a des espèces à mâles aussi nombreux que les femelles

H. confervæ, Camaret (Finistère), juin, (13, 13). — *H. n. sp.*, étang de Saint-Quentin (Seine-et-Oise), novembre, (34, 79),

et d'autres à mâles exceptionnels

H. lacustris, (83, 1). — *H. terrestris* [1], (408, 3).

Ces espèces ne diffèrent pas beaucoup les unes des autres. Il s'agit donc ici, très probablement, de la parthénogenèse géographique, selon la définition de Vandel, bien que la géographie n'ait pas encore à intervenir.

Chez *Scutovertex minutus* (Koch), la proportion des sexes varie beaucoup avec les récoltes :

---

[1] Dans cette Note je donne à *confervæ*, *lacustris* et *terrestris* le sens adopté par C. Willmann en 1931 (F. Dahl, *Tierwelt Deutschlands*, 22, p. 138 et 139).

Menton, mai, (10, 10). — Mamora (Maroc), mai, (44, 4). — Périgueux, août, (3, 3). — Périgueux, mélange de récoltes, (15, 2).

Peut-être y a-t-il des races à sexualité normale et d'autres parthénogéniques dans cette espèce qui est en effet très variable. Je ne la cite d'ailleurs qu'avec doute, car mes récoltes n'étaient pas riches, ni assez nombreuses. Pour le même motif, je ne peux rien dire des autres espèces de *Scutovertex*.

Le groupe P *ou parthénogénétique* est celui dont les mâles, dans une récolte quelconque, sont exceptionnels. D'après mes relevés 25 femelles existent pour un mâle, au minimum, et parfois plus de 100. Ce groupe comprend des genres isolés (*Tectocepheus*, *Epilohmannia*, *Pseudotritia*, *Parhypochthonius*), les Diagastres et la plupart des familles qui constituent les Macropylina. Il est singulier qu'une spanandrie aussi forte et aussi répandue ait échappé jusqu'ici à l'attention des observateurs.

Tectocepheus velatus (Mich.), (430,3). — *T. minor* Berl., (22,0). — *T. sarekensis* Träg., (102,0). — *Nanhermannia nanus* (Nic.), (194,0). — *N. sp.*, (27,0). — *Nothrus palustris* Koch, (41,1). — *N. silvestris* Nic., (114,1). — *N. sp.*, Périgueux, août, (48,0). — *N.*, autre espèce, Périgueux, juillet, (19,0). — *Platynothrus peltifer* (Koch), (50,2). — *Heminothrus Targionii* (Berl.), (31,0). — *Camisia segnis* (Herm.), (56,0). — *Camisia spinifer* (Koch), (25,0). — *Trhypochthonius tectorum* (Berl.), (42,1). — *Trhypochthoniellus sesotus* (Willm.), Lapalme (Aude), mai, (11,0). — *Trhypochthoniellus excavatus* Willm., Espagne, (42,0). — *Archegozetes magna* (Selln.), Puerto Columbia, août, (304,12). — *Trimalaconothrus sp.*, Lugano, juin, (94,0). — *T.*, autre espèce, (69,0). — *Malaconothrus*, espèces mélangées, (76,1). — *Hypochthonius rufulus* Koch, (106,2). — *H. luteus* (Oud.), Périgueux, juillet, (10,0). — *Eniochthonius pallidulus* (Mich.), (100,0). — *Epilohmannia cylindrica* (Berl.), Belmez (Espagne), octobre, (20,0). — *Eulohmannia Ribagai* Berl., (17,0). — *Pseudotritia ardua* (Koch), (100,0). — *Ps. ardua*, variété monodactyle, Alger, janvier, (20,0). — *Ps. minimus* (Berl.), Périgueux, (91,0). — *Ps. sp.*, (42,0). — *Parhypochthonius aphidinus* Berl., Périgueux, août, (20,0).

Il est clair qu'en augmentant le nombre des individus observés on diminuerait celui des espèces qui paraissent dépourvues de mâles. En toute rigueur nous ne pourrons jamais affirmer que le mâle d'une espèce a totalement disparu.

C'est seulement par leur petit nombre que les mâles sont exceptionnels. Je crois donc préférable de les désigner par ataviques. Ils ont une apparence tout à fait normale et ne semblent différer en rien des femelles, sauf par leurs organes génitaux. Je n'ai pas étudié leurs organes internes, mais

on leur voit un pénis qui est semblable à celui des mâles communs d'autres espèces. S'ils appartiennent à un genre qui a des différences sexuelles secondaires, ils les possèdent aussi. Les mâles ataviques des *Hydrozetes lacustris* et *terrestris* ont au tarse I le même poil hypertrophié *it'* que les mâles nombreux de *H. confervæ*.

Les mâles ataviques sont-ils des accidents plus ou moins improbables dans le développement d'un œuf devenu thélytoque ? Sont-ils dus à un mécanisme régulier dans lequel interviendrait la fécondation de quelques femelles ? Appartiennent-ils à une race bisexuée qui existerait encore, concurremment à une race parthénogénétique de plus en plus dominante ? C'est pour résoudre ces questions capitales que les élevages sont indispensables et qu'ils seront prochainement entrepris. Je compte aussi développer les observations statistiques et faire intervenir davantage les récoltes d'hiver.

Mes observations ne sont pas en faveur, dans le groupe P, de la coexistence d'une race bisexuée et d'une race parthénogénétique. Il faudrait que la race bisexuée fût toujours ou presque toujours au point de disparaître. Elle ne devrait pas différer de la parthénogénétique par les caractères extérieurs, car les lots qui contiennent un mâle sont aussi homogènes que les lots ne contenant que des femelles. Un examen attentif ne m'a révélé aucune différence entre leurs femelles.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Sur la stabilité des ondes de choc dans une tuyère rotative*. Note de M. **Maurice Roy**.

J'ai démontré (1), sous certaines conditions de définition du problème, qu'une onde de choc orthogonale en régime permanent dans une *tuyère fixe* ne peut être stable que si cette tuyère est divergente et si, par conséquent, le fluide se détend en amont de l'onde.

Le même problème sera étudié ici pour une tuyère rotative, c'est-à-dire animée d'une rotation uniforme $\overline{\omega}$, comme le cas se présente pour les canaux compris entre les pales ou ailettes des rotors des turbo-machines marchant en régime.

Supposons que le fluide soit parfait et que l'écoulement relatif soit permanent et, en outre, isentropique et irrotationnel par rapport aux axes

(1) *Comptes rendus*, **212**, 1941, p. 369.

absolus : ces deux dernières conditions sont, en particulier, réalisées si le fluide a été mis en mouvement sans choc à partir d'un état uniforme.

Dans ce cas, il résulte de deux Notes antérieures ([2]), dont les notations sont conservées ici, que, pour que l'hypothèse des tranches (p, ρ, w uniformes sur toute surface Σ orthogonale au courant relatif) soit applicable :

a. La vitesse relative w doit être perpendiculaire à la rotation d'entraînement (courant relatif plan et perpendiculaire à $\overline{\omega}$).

b. La surface (Σ) doit être un cylindre de révolution autour de l'axe de la rotation d'entraînement, la vitesse relative étant alors radiale, centrifuge ou centripète.

c. Le rayon de courbure $\mathcal{R}$ de la trajectoire relative doit satisfaire à la relation $\mathcal{R} = rw/2u$, la normale $\overline{n}$ à la trajectoire relative formant avec $\overline{w}$ et $\overline{\omega}$ un trièdre ($\overline{n}$, $\overline{w}$, $\overline{\omega}$) direct.

De là on conclut que, dans ces conditions, l'hypothèse des tranches n'est admissible que pour des sections orthogonales isolées et pour lesquelles la direction de w, dans un courant relatif plan et incurvé ($\mathcal{R}$ fini), coïncide avec la direction radiale.

Une onde de choc orthogonale et uniforme ne peut donc exister qu'en de telles sections orthogonales.

Supposons qu'il en soit ainsi et qu'en cas de perturbation à l'amont ou à l'aval d'une telle onde sise en une telle section, le mouvement perturbé du fluide à l'amont et à l'aval et le mouvement propre de l'onde s'effectuent *sensiblement* par tranches.

Admettons que ces mouvements restent petits, c'est-à-dire que le déplacement et la vitesse de l'onde par rapport aux axes tournants ainsi que les variations et les dérivées partielles $\partial/\partial t$ et $\partial^2/\partial t^2$ de p, ρ, w (dans tout l'espace balayé par l'onde) restent petits.

Alors les raisonnements et les calculs exposés dans ma Note précédente sont intégralement applicables, sous la seule réserve de remplacer l'abscisse x de l'onde par le rayon r du cylindre sur lequel elle s'applique, la vitesse absolue v par la vitesse relative w, enfin les expressions de $\partial v/\partial x$ et de $\partial p/\partial x$ par les suivantes, qui leur correspondent,

$$\frac{1}{w}\frac{\partial w}{\partial r} = -\frac{1}{w^2 - a^2}\frac{\partial w}{\partial t} + \frac{1}{\rho w(w^2 - a^2)}\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{a^2 + \omega^2 r^2}{w^2 - a^2}\frac{1}{r},$$

$$\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial r} = \frac{a^2}{w^2 - a^2}\frac{\partial w}{\partial t} - \frac{w}{\rho(w^2 - a^2)}\frac{\partial p}{\partial t} - \frac{a^2(w^2 + \omega^2 r^2)}{w^2 - a^2}\frac{1}{r}.$$

([2]) *Comptes rendus*, **209**, 1939, p. 187 et 276.

L'équation différentielle du déplacement $r(t)$ de l'onde de choc devient

$$\frac{d^2r}{dt^2}+\frac{\gamma-1}{\gamma+1}\,\frac{(a_1)_0^2+\gamma(w_1)_0^2}{(w_1)_0}\left[1+\frac{(\gamma+1)\,\omega_0^2r_0^2}{(\gamma-1)(w_1)_0^2+(2a_1)_0^2}\right]\frac{1}{r_0}\,\frac{dr}{dt}=\Psi(t),$$

la fonction $\Psi(t)$ ayant mêmes propriétés que précédemment.

On en conclut que la condition de stabilité, c'est-à-dire d'un déplacement relatif indéfiniment limité à un ordre de petitesse arbitrairement choisi, de l'onde de choc se réduit à $(w_1)_0 > 0$.

En d'autres termes, dans les conditions envisagées, l'onde de choc orthogonale ne peut être stable que dans un *écoulement centrifuge*.

Ainsi, dans une tuyère plate (ou quasi plate), en rotation uniforme autour d'un axe perpendiculaire à son plan, *une onde de choc orthogonale et uniforme ne peut exister et être stable que dans une section où le courant relatif et permanent est radial, centrifuge et convenablement incurvé vers l'arrière par rapport au sens de la rotation.*

On remarquera que, comme pour la tuyère fixe, l'écoulement correspondant est *divergent*. Par contre, en régime, le fluide ne se détend pas nécessairement en amont de l'onde, tandis qu'il se comprime à l'aval.

On peut établir, en effet, que, dans l'écoulement relatif permanent et centrifuge, la transformation adiabatique du fluide en amont de l'onde de choc envisagée peut être soit une détente, soit une compression dont la *rapidité* est inférieure à une certaine limite et satisfait à la condition (la face intérieure de l'onde cylindrique étant affectée de l'indice 2 et l'indice zéro caractérisant la position de régime de l'onde)

$$\left(\frac{da_2}{dr}\right)_0 < \frac{2(\gamma-1)[(a_2)_0^2+\gamma(w_2)_0^2]}{(\gamma-1)(w_2)_0^2+2(a_2)_0^2}\,\frac{\omega_0^2 r_0}{(a_2)_0}.$$

A l'aval de l'onde de choc, cette transformation débute toujours par une compression.

Les résultats précédents sont utilisables dans certaines turbo-machines à grandes vitesses d'écoulement (centrifuge ou centripète) pour y favoriser ou, au contraire, pour y éviter la production d'ondes de choc orthogonales et stationnaires dans la marche en régime.

M. **Auguste Chevalier** fait hommage à l'Académie des deux brochures qu'il vient de publier, *La culture des Plantes oléagineuses en France. Prospérité de cette culture de* 1750 *à* 1870. *La régression depuis* 1880. *Essais*

et améliorations à entreprendre (Extrait de la *Revue de Botanique appliquée et d'Agriculture tropicale*, janvier 1941) et *La collaboration nécessaire au point de vue agricole entre la France et son empire colonial* (Extrait du Procès-verbal de la séance du 12 février 1941 de l'*Académie d'Agriculture de France*).

Dans cette dernière Note l'auteur montre qu'il est impossible que la France tire de son sol tous les produits agricoles et forestiers qui lui sont nécessaires et que demanderont aussi d'autres pays d'Europe. Il est indispensable qu'elle ait comme autrefois recours à l'agriculture de ses colonies; pour cela, il faut que celle-ci s'intègre de plus en plus dans celle de la métropole en vue d'une production aussi équilibrée, harmonieuse et coordonnée que possible.

Mais dans toutes parties de l'empire il est essentiel, en outre, que les améliorations et les extensions de cultures à entreprendre soient basées sur des recherches scientifiques qu'il est urgent d'organiser et de développer.

CORRESPONDANCE.

ARITHMÉTIQUE. — *Sur l'exposant du facteur b dans* $A^m - 1$ *et sur les développements systématiques des nombres rationnels*. Note [1] de M. **Marcel Segond**.

1. Les théorèmes suivants s'établissent très simplement par récurrence; on pourrait probablement aussi les déduire de la formule du binome. Pour $b = 2$:

L'exposant du facteur 2 *dans* $(4a+1)^m - 1$ *est égal à son exposant dans* $4am$.

L'exposant du facteur 2 *dans* $(4a-1)^m - 1$ *est pour m pair égal à son exposant dans* $4am$*; pour m impair, c'est* 1.

Pour $b = 3$, énonçons seulement :

L'exposant du facteur 3 *dans* $4^m - 1$ *est égal à son exposant dans* $3m$.

La proposition suivante demanderait une réciproque : $(b+1)^m - 1$ *est divisible par* b^p si bm l'est.

Il y aurait lieu de traiter entièrement la question, pour A et b.

(1) Séance du 17 mars 1941.

quelconques, et d'appliquer les résultats à la démonstration de la non-existence des nombres parfaits impairs.

2. Considérons le développement d'un nombre entier dans le système de base c; si l'on y remplace c par une variable x, on obtient un polynome en x dont les coefficients sont des entiers compris entre 0 et $c-1$, et qui sera dit l'*image* de l'entier donné dans le système de base c. Le même procédé donne pour un nombre quelconque une fonction définie par son développement taylorien en $1/x$, dite encore l'*image* de ce nombre, et qui, si celui-ci est rationnel, se réduit à une fraction rationnelle.

Relativement aux images des nombres rationnels, on peut énoncer les propositions qui suivent (nous ne pouvons d'ailleurs affirmer leur entière exactitude, ne les ayant démontrées qu'en partie) :

L'image d'un nombre rationnel a/b est une fraction qui, mise sous forme irréductible, a un dénominateur de degré au plus égal à la partie entière de $1/2(b+1)$; *ce dénominateur est divisible par $x-1$, il n'a d'autres coefficients que* 0, $+1$ *et* -1, *les coefficients non nuls, en nombre pair, étant alternativement* $+1$ *et* -1; *les coefficients du numérateur sont des entiers inférieurs à c en valeur absolue.*

*Considérons l'image, mise sous forme irréductible, de $1/b$; son dénominateur est un certain polynome en x, dit l'*affiliateur *de b dans le système de base c. Toutes les fractions irréductibles de dénominateur b ont des images qui, mises sous forme irréductible, ont l'affiliateur pour dénominateur commun; et les fractions réductibles ont des images auxquelles on peut attribuer ce même dénominateur, chaque numérateur étant alors encore à coefficients entiers et inférieurs à c en valeur absolue.*

L'affiliateur d'un multiple d'un entier est un multiple de l'affiliateur de cet entier.

Ces énoncés se rapportent au développement systématique ordinaire de base c, c'est-à-dire à coefficients positifs; pour les $c-1$ autres développements, ils devront être sensiblement modifiés. Toutefois le dénominateur d'une image quelconque, mise sous forme irréductible, divise encore l'affiliateur unique défini ci-dessus; cela résulte de ce qu'un développement non ordinaire est lié à un développement ordinaire convenablement choisi; ainsi le développement ternaire mixte d'un nombre, augmenté terme à terme d'une unité, c'est-à-dire du développement de $1/2$, donne un développement ternaire ordinaire.

3. La théorie des images peut être explorée en partie par les méthodes de l'algèbre. Il s'agit en effet de fractions rationnelles dont le dévelop-

pement par rapport aux puissances décroissantes de la variable est à coefficients : 1° bornés; 2° entiers. Ce sont donc des fractions : 1° dont les pôles sont intérieurs au cercle-unité, ceux situés sur ce cercle étant simples; 2° qui, mises sous forme irréductible, sont le quotient de deux polynomes à coefficients entiers, le dénominateur ayant pour premier coefficient l'unité. Il est d'ailleurs évident (sans utiliser ces deux dernières propositions) que si un développement taylorien à coefficients bornés et entiers représente une fraction rationnelle, nécessairement à coefficients entiers, il coïncide, lorsqu'on y remplace la variable par un entier suffisamment grand, avec un des développements d'un nombre rationnel dans le système l'ayant pour base. Rappelons seulement comment, dans cet ordre d'idées, l'on démontre, également de manière indépendante, la proposition suivante :

Un entier algébrique dont la valeur absolue est, ainsi que celle de tous ses conjugués, au plus égale à un, est une racine de l'unité.

Considérons en effet le développement taylorien de l'inverse du polynome irréductible correspondant : il est évidemment à coefficients bornés et entiers; donc si n est le degré du polynome, les groupes de n coefficients consécutifs n'ont qu'un nombre fini de modèles; il en existe un par suite qui se rencontre une infinité de fois, donc au moins deux fois; en vertu de la récurrence, la suite des coefficients se reproduit à partir de la deuxième comme à partir de la première: elle est donc périodique.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Sur l'interprétation géométrique des équations de Dirac dans le vide.* Note de M. **Jean Mariani**, présentée par M. Louis de Broglie.

Nous allons appliquer à la mécanique quantique relativiste le principe d'*équivalence* ou d'*identification* que nous avons utilisé récemment pour l'interprétation géométrique du champ électromagnétique [1]. D'après ce principe, le groupe de transformations fini et continu qui décrit le mouvement du point matériel libre ou l'évolution des champs dans le vide constitue une représentation particulière du groupe des changements de systèmes de coordonnées propres.

(1) *Comptes rendus*, **211**, 1940, p. 430.

Considérons tout d'abord dans l'espace-temps de Minkowski les rotations spatiales propres D_3 du système galiléen de référence; nous admettrons que l'état du point matériel observé est décrit par deux grandeurs ξ et η qui, pour de telles rotations, subissent les transformations du groupe unitaire unimodulaire binaire, qui constituent effectivement une représentation de D_3 :

$$(1) \qquad \begin{cases} \xi_1 = \alpha\xi + \beta\eta \\ \eta_1 = -\beta^*\xi + \alpha^*\eta \end{cases} \qquad (\alpha\alpha^* + \beta\beta^* = 1);$$

d'après notre principe, l'évolution du point matériel libre sera donnée par les équations du même groupe (1) exprimées en fonction du temps,

$$(2) \qquad \begin{cases} \dfrac{d\xi}{dt} = (\mu + i\nu)\eta + i\lambda\xi \\ \quad = \left\{\mu\left[\eta\dfrac{\partial}{\partial\xi} - \xi\dfrac{\partial}{\partial\eta}\right] + i\nu\left[\eta\dfrac{\partial}{\partial\xi} + \xi\dfrac{\partial}{\partial\eta}\right] + i\lambda\left[\xi\dfrac{\partial}{\partial\xi} - \eta\dfrac{\partial}{\partial\eta}\right]\right\} \\ \dfrac{d\eta}{dt} = -(\mu - i\nu)\xi - i\lambda\eta \\ \quad = \left\{\mu\left[\eta\dfrac{\partial}{\partial\xi} - \xi\dfrac{\partial}{\partial\eta}\right] + i\nu\left[\eta\dfrac{\partial}{\partial\xi} + \xi\dfrac{\partial}{\partial\eta}\right] + i\lambda\left[\xi\dfrac{\partial}{\partial\xi} - \eta\dfrac{\partial}{\partial\eta}\right]\right\} \\ \qquad (\lambda,\ \mu \text{ et } \nu \text{ sont réels}); \end{cases}$$

les opérateurs $\left(\eta\dfrac{\partial}{\partial\xi} - \xi\dfrac{\partial}{\partial\eta}\right)\cdots$, etc. sont identiques, aux notations près, aux matrices de Pauli changées de signe; à chaque paramètre λ, μ, ν correspond un opérateur; la recherche des valeurs propres donne

$$(3) \qquad \frac{d\xi}{dt} = \sigma\xi, \qquad \frac{d\eta}{dt} = \sigma\eta;$$

la condition (3), introduite dans (2), donne

$$(4) \qquad \sigma^2 + \lambda^2 + \mu^2 + \nu^2 = 0;$$

σ est donc purement imaginaire; elle représente, à une constante près, l'énergie du mobile; λ, μ, ν, les composantes de sa quantité de mouvement; (4) donne deux solutions possibles correspondant respectivement à $+\sigma$ et à $-\sigma$; si l'on admet que la première correspond à (2), la seconde correspondra à

$$(5) \qquad \frac{d\xi'}{dt} = -(\mu + i\nu)\eta - i\lambda\xi; \qquad \frac{d\eta'}{dt} = (\mu - i\nu)\xi' + i\lambda\eta';$$

le passage de $+\sigma$ à $-\sigma$ est donc équivalent au passage de $+\lambda$, $+\mu$, $+\nu$

à $-\lambda$, $-\mu$, $-\nu$; (5) est ainsi inverse de (2); ces deux systèmes indépendants doivent être considérés simultanément en raison du double signe de σ; ils représentent la propagation de deux ondes, l'une dextrorsum, l'autre sinistrorsum, toutes deux d'énergie positive et progressant vers les t croissants; ils sont équivalents aux équations de Dirac pour une particule de masse nulle; on vérifie aisément ce fait en remarquant que les ξ, η, ξ', η' sont des fonctions de λ, μ, ν, t et en passant à des $\varphi_k(x, y, z, t)$, fonctions des x, y, z, t par les intégrales de Fourier; les ψ_k de Dirac sont alors donnés par

$$\varphi_1 = \psi_1 + \psi_3; \qquad \varphi_2 = \psi_2 + \psi_4; \qquad \varphi_3 = \psi_3 - \psi_1; \qquad \varphi_4 = \psi_4 - \psi_2.$$

La masse propre étant nulle et devant figurer dans les équations de propagation comme un paramètre à côté des λ, μ, ν, nous avons donc omis une transformation; effectivement, nous n'avons pas tenu compte des réflexions susceptibles d'être subies par le système de référence, ce qui fait que (2) et (5) ne sont pas invariants vis-à-vis de ces réflexions [2]; d'après notre principe, du moment qu'elles figurent comme changements de systèmes de référence, elles doivent contribuer à décrire l'évolution du point matériel en fonction du temps, par rapport à un système de référence choisi une fois pour toutes; la réflexion

$$x'_k = -x_k, \qquad t' = t \qquad (k = 1, 2, 3) \tag{6}$$

donne

$$p'_k = \frac{x}{2\pi i}\frac{\partial}{\partial x'_k} = -p_k, \qquad \text{d'où} \quad (\lambda, \mu, \nu) \rightarrow (-\lambda, -\mu, -\nu),$$

et revient ainsi à permuter les deux paires (ξ, η) et (ξ', η')

$$\xi = P\xi'; \qquad \eta = P\eta'; \qquad \xi' = P\xi; \qquad \eta' = P\eta. \tag{7}$$

On a également $\sigma\xi = \sigma P\xi', \ldots$; mais, en raison de (3),

$$\frac{d\xi}{dt} = \sigma P\xi', \qquad \frac{d\eta}{dt} = \sigma P\eta', \qquad \ldots, \tag{8}$$

ceci est équivalent à une transformation infinitésimale particulière; effectivement, il existe un opérateur X tel que

$$\xi = X\xi', \qquad \eta = X\eta', \qquad \xi' = X\xi, \qquad \eta' = X\eta, \tag{9}$$

(2) W. Pauli, *Handbuch der Physik*, **24**, Ire Partie, p. 226.

cet opérateur est

$$X = \xi \frac{\partial}{\partial \xi'} + \eta \frac{\partial}{\partial \eta'} + \xi' \frac{\partial}{\partial \xi} + \eta' \frac{\partial}{\partial \eta}; \tag{10}$$

il définit une transformation unitaire dans le plan des (ξ, ξ') et des (η, η'); en introduisant cette transformation infinitésimale supplémentaire dans (2) et (5) et en l'affectant du paramètre $2\pi imc/h$, on obtient les équations usuelles de Dirac par les intégrales de Fourier.

ACOUSTIQUE. — *Comment caractériser physiquement les phénomènes acoustiques ?* Note de MM. **Pierre Jacquinot** et **Robert Guillien**, présentée par M. Aimé Cotton.

On a souvent cherché à identifier objectivement les phénomènes acoustiques au moyen de leur *spectre*, ce terme désignant généralement la représentation plus ou moins bien définie donnée par un analyseur physique. L'expérience nous a montré qu'en général ce type de représentation n'est ni suffisant ni caractéristique, et nous a conduits à préciser quelques notions à ce sujet.

Examinons d'abord le cas simple d'un phénomène périodique ou d'une somme de phénomènes périodiques de fréquences quelconques (sons). Suivant l'équivalence cinématique bien connue (séries de Fourier), l'énergie est alors répartie en un certain nombre de fréquences discrètes. C'est cette équivalence que l'on cherche à traduire en traçant, au moyen des analyseurs, *une* courbe énergie/fréquence. Un appareil idéal de sélectivité infinie représenterait le phénomène d'une façon caractéristique quelles que soient les fréquences N ou les différences de fréquences ΔN intervenant dans l'équivalence de Fourier. En réalité, tout analyseur physique a un *pouvoir de résolution* (P. R.) qui dépend de la largeur ΔN_0 et de la forme de sa courbe de réponse. Dès que figurent dans la représentation de Fourier des N ou ΔN inférieurs à ΔN_0, la traduction du phénomène par l'analyseur cesse de le caractériser : tel est le cas d'un mélange de deux sons dont les hauteurs diffèrent de moins de ΔN_0 ou d'un son *modulé* à une fréquence inférieure à ΔN_0.

Les choses se présentent d'ailleurs différemment suivant le type d'analyseur utilisé. Nous distinguerons deux classes d'analyseurs : 1° les appareils dits à *balayage*, qui ne possèdent qu'un résonateur, dont on fait varier l'accord de façon à balayer tout le domaine de fréquence à étudier en un

certain temps Θ qui doit être d'autant plus grand que la constante de temps du résonateur et par suite le P. R. de l'analyseur est plus grand; 2° les appareils capables de donner *simultanément* un certain nombre d'indications correspondant chacune à une étroite bande de fréquences : par exemple, un appareil comportant un grand nombre de résonateurs dont on a ajusté les fréquences et les largeurs de bandes de façon à couvrir sans interruption tout le domaine de fréquences, et dont les indications forment à chaque instant un tableau *synoptique* de l'état de l'ensemble (l'oreille paraît fonctionner d'une manière analogue). Ce tableau se modifie au cours du temps en suivant les variations de l'intensité du son. Ceci suggère tout naturellement d'utiliser une représentation à trois coordonnées : N, I indications de l'appareil, t temps. *La surface* S *ainsi définie* (¹) *constitue une représentation* $f_{\Delta N_0}(N, I, t) = 0$ *parfaitement caractéristique d'un phénomène donné interprété par un appareil donné.* Par exemple, un son permanent donne une surface S composée d'une suite de vallées et de crêtes (fondamental et harmoniques) parallèles à Ot. Si le son est modulé, les crêtes sont coupées de cols écartés suivant la période de modulation.

Il est important de remarquer que nous faisons jouer un rôle différent aux N et ΔN selon qu'ils sont supérieurs ou inférieurs à ΔN_0. Dans le premier cas ils interviennent comme fréquences acoustiques, dans le second comme fréquences de variations. Bien entendu il n'existe aucune telle distinction dans l'équivalence cinématique, et la classification précédente est purement physique et fonction de la constante ΔN_0 de l'appareil. Notons d'ailleurs que l'oreille, elle aussi, opère automatiquement la même classification.

Le fonctionnement d'un appareil à balayage de largeur de bande ΔN_0 peut être compris en considérant la surface $S_{\Delta N_0}$ précédente. Une courbe donnée par l'appareil est une section de S par un plan normal à NOt, mais incliné sur le plan ION d'un angle supérieur à une valeur minima due à ce que le temps de balayage ne peut tomber au-dessous d'une certaine durée pour utiliser effectivement le P. R. de l'appareil. Ainsi, avec un analyseur que nous avons utilisé ($\Delta N_0 = 15$ périodes, $\theta = 3$ secondes pour 500 périodes), un son modulé à la fréquence 3 passera 9 fois par un minimum pendant Θ. On voit combien une section oblique de S peut être différente suivant l'instant où elle est faite. Non seulement le timbre peut y être complètement défiguré, mais la modulation n'y est pas décelable. L'insuffisance de

(¹) Il est facile d'imaginer des dispositifs qui donneraient directement la surface S.

caractérisation montrée sur un son modulé devient encore plus grave s'il s'agit d'un son propagé par l'air à grande distance et arrivant à l'appareil par *bouffées* irrégulières. La représentation, insuffisante avec les deux coordonnées N, I, devient caractéristique avec les trois coordonnés N, I, t.

Il en est de même dans le cas plus courant des phénomènes non périodiques. L'équivalence cinématique (intégrale de Fourier) se traduit alors par l'existence de spectres continus : en fait, un analyseur calé sur n'importe quelle fréquence dévie lors d'une percussion (par exemple raté de moteur). Une percussion se traduit sur S par une arête parallèle au plan ION. Une série de percussions espacées régulièrement ou non donne une série d'arêtes. La forme de chaque arête dépend, pour un appareil donné, de la forme de la percussion (bruit sec ou bruit sourd etc.), leur distance parallèlement à Ot indique le rythme des percussions (marteau pneumatique, tambour etc.). On voit combien, si l'on veut étudier un son mélangé de bruits (cas des moteurs), la section oblique de S donnée par un appareil à balayage risque d'être erronée : on peut y voir des pics situés à n'importe quelle fréquence selon l'instant des percussions. Quant à l'analyseur synoptique, il donne des sections normales à Ot dont aucune, bien que suivant à chaque instant le phénomène, ne suffit à le caractériser entièrement. Au contraire, sur S, les composantes périodiques sont facilement distinguées du reste.

On voit que l'emploi des trois coordonnées N, I, t est nécessaire pour caractériser objectivement un phénomène acoustique. Cependant le phénomène est entièrement défini, avec les deux variables pression p et temps t, par la relation $p = f(t)$; l'équivalence de Fourier

$$A = \psi(N), \qquad \text{avec } f(t) = \sum_{0}^{\infty} A \cos[2\pi N t + \varphi(N)]$$

ne contient (²) que les deux variables A et N. Notre représentation à trois variables est intermédiaire entre les deux représentations précédentes. Imaginons en effet que le R. P. tende vers zéro ($\Delta N_0 \to \infty$), l'amortissement des résonateurs devient alors considérable et ils suivent fidèlement tous les mouvements quelle que soit leur rapidité; S tend alors vers une surface cylindrique de génératrices parallèles à ON et dont la directrice

(²) Abstraction faite des phases $\varphi(N)$: on sait que cette omission est physiologiquement légitime dans le cas des sons; nous admettrons qu'il en est de même dans le cas des phénomènes non périodiques.

n'est autre que la courbe $p = f(t)$. Si le R. P. devient très grand, de très petits ΔN seront décelés sur l'échelle des N, mais les indications de l'appareil deviennent quasi permanentes, puisque l'amortissement devient négligeable. A la limite S devient une surface cylindrique de génératrices parallèles à Ot et dont la directrice n'est autre que la courbe $A = \psi(N)$. Il va de soi que, contrairement à S, aucune des représentations extrêmes précédentes n'est utilisable, au moins sans transformation mathématique en ce qui concerne la seconde.

CHALEUR. — *Répartition de la chaleur entre deux corps frottants.* Note de M. **Fernand Charron**, présentée par M. Aimé Cotton.

La répartition de la chaleur dégagée par frottement entre deux corps, et l'évolution des températures en fonction du temps, est un problème réglé par les équations de la conductibilité et qui correspond à des conditions aux limites très particulières. Il importe de les préciser.

A l'instant initial, deux corps A et B, par exemple deux disques, dont la température égale celle du milieu extérieur, soit conventionnellement O, sont pressés mutuellement suivant une section droite, et l'un d'eux tourne par rapport à l'autre. Écartons la difficulté provenant du fait que les divers points ont une vitesse relative proportionnelle à la distance à l'axe. On pourra supposer les disques remplacés par deux couronnes dont les rayons intérieurs et extérieurs sont assez voisins.

Dans ces conditions, tout le travail de frottement est transformé en chaleur, et cela intéresse seulement les particules des disques A et B en contact, lesquelles particules s'échangent au cours du temps. En toute rigueur le problème est à 3 dimensions, mais si les surfaces sont bien dressées, les petites sources individuelles peuvent être considérées comme très rapprochées dans le temps et dans l'espace, d'ailleurs à peu près uniformément. Le problème est ainsi ramené à une dimension.

En résumé, le travail de frottement est dépensé dans une sorte d'intersurface dont la capacité calorifique est quasi nulle. Or l'apport de travail et par suite de chaleur est uniforme à pression et vitesse constantes.

Ceci impose comme condition à l'intersurface un flux total de chaleur constant par unité de temps, et un flux partiel de chaque côté, constant également, puisque la suite des calculs montre que le taux du partage est indépendant du temps.

Soit $-\partial t/\partial x = u_0$ pour $x = 0$ quel que soit le temps τ, la constante u_0 ayant une valeur différente vers l'un et l'autre disque. Si nous les supposons d'épaisseur illimitée,

$$\frac{\partial t}{\partial x} = 0 \quad \text{pour } x = \infty \text{ quel que soit } \tau.$$

Il est commode de prendre une nouvelle fonction u proportionnelle au flux de chaleur

$$u(x, \tau) = -\frac{\partial t}{\partial x}.$$

L'équation de conduction de la chaleur reste en u de la même forme qu'en t,

$$\frac{\partial u}{\partial \tau} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \qquad \left(a = \sqrt{\frac{k}{c\rho}}\right),$$

et les conditions aux limites sont en u

$$\begin{aligned} &u = 0 \quad \text{pour} \quad t = 0 \quad \text{quel que soit } x, \\ &\left.\begin{aligned} &u = u_0 \quad \text{pour} \quad x = 0 \\ &u = 0 \quad \text{pour} \quad x = \infty \end{aligned}\right\} \text{quel que soit } \tau \text{ à partir de l'instant initial.} \end{aligned}$$

Ce sont les conditions d'un problème connu, celui d'un mur d'épaisseur indéfinie, de température uniformément égale à 0 et dont la face origine $(x = 0)$ est brusquement portée et maintenue à une température constante u_0.

La solution est donnée sous différentes formes, par exemple

$$\frac{\partial t}{\partial x} = -u = -u_0 + \frac{2u_0}{\sqrt{\pi}} \int_0^z e^{-z^2}\, dz \qquad \left(z = \frac{x}{2a\sqrt{\tau}}\right).$$

D'ailleurs la température t satisfait à l'équation

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a^2 \frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\partial t}{\partial x}\right)\frac{\partial z}{\partial x},$$

c'est-à-dire

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{a u_0}{\sqrt{\pi\tau}} e^{-z^2}$$

et

$$t = \frac{a u_0}{\sqrt{\pi}} \int_0^\tau \frac{e^{-\frac{x^2}{4a^2\tau}}\, d\tau}{\sqrt{\tau}}.$$

Il n'y a pas de fonction de x à introduire puisque $t = 0$ pour $\tau = 0$, quel que soit x.

On voit immédiatement que la face de contact ($x=0$) s'échauffe proportionnellement à la racine carrée du temps.

D'ailleurs la température des points situés dans l'épaisseur du métal tend à obéir à la loi précédente, au bout d'un temps d'autant plus long qu'ils sont plus loin de l'intersurface.

Considérons maintenant les deux murs différents en frottement mutuel. Les températures t doivent être les mêmes à chaque instant. Le produit au_0 doit donc avoir la même valeur des deux côtés

$$\left[a\left(\frac{\partial t}{\partial x}\right)_0\right]_A=\left[a\left(\frac{\partial t}{\partial x}\right)_0\right]_B$$

ou encore

$$\frac{\left[k\left(\frac{\partial t}{\partial x}\right)_0\right]_A}{\left[k\left(\frac{\partial t}{\partial x}\right)_0\right]_B}=\left(\frac{k}{a}\right)_A:\left(\frac{k}{a}\right)_B.$$

Les quantités de chaleur se partagent proportionnellement à l'expression

$$\frac{k}{a}=\sqrt{kc\rho},$$

résultat déjà trouvé précédemment [1].

De nouvelles expériences faites en évitant avec le plus grand soin toutes causes d'erreur montrent que le partage se fait toujours suivant cette loi, au degré d'approximation que comportent ces expériences délicates.

OPTIQUE. — *Paramagnétisme et anomalies de dispersion rotatoire magnétique dans les liquides.* Note de M. **Roger Servant**, présentée par M. Aimé Cotton.

Un exemple particulièrement net d'*effet Cotton magnétooptique* est fourni par les solutions de chlorure de cobalt [1], pour lesquelles on observe dans la région d'absorption une anomalie de rotation magnétique et l'existence d'un dichroïsme circulaire maximum au centre de la bande.

---

(1) *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 1794-1796.

(1) A. Cotton, *Comptes rendus*, 195, 1932, p. 915; M. Schérer, *Comptes rendus*, 195, 1932, p. 950.

Il me semble que l'existence d'un tel phénomène peut être rattachée aux idées de Ladenburg. Celui-ci a développé [2] une théorie du pouvoir rotatoire magnétique des paramagnétiques, valable pour les régions de transparence. Ses idées ont été confirmées, tant au point de vue des variations thermiques que de la dispersion (Jean Becquerel et W. J. de Haas, H. Ollivier, L. H. Siertsema et J. F. Sirks, R. W. Roberts etc.); elles ont évolué à la suite des remarques de Darwin et Watson, mais le point de départ est resté le même : Le pouvoir rotatoire des paramagnétiques serait dû à l'inégalité du nombre des oscillateurs circulaires virtuels (Ersatzoszillatoren) droits et gauches due à l'orientation par le champ magnétique, et à l'action de la précession de Larmor sur ces oscillateurs. Ces actions se *séparent* en première approximation en donnant naissance aux termes dits paramagnétique et diamagnétique [3].

Si l'on étend la distinction entre termes paramagnétique et diamagnétique à la région d'absorption, on voit que le *terme* paramagnétique de l'anomalie serait dû à une différence d'absorption des circulaires droits et gauches, la précession de Larmor n'intervenant pas. On s'explique alors que l'effet Cotton magnéto-optique présente une grande analogie avec l'effet Cotton ordinaire observé sur les corps actifs, et l'on retrouve l'explication proposée autrefois par M. Cotton, avant la découverte de l'effet Zeeman. Les relations quantitatives entre pouvoir rotatoire et dichroïsme auxquelles on aboutit en développant par exemple le premier mode de calcul de Ladenburg, dans le cas d'une bande *simple* (pour laquelle indice et absorption satisfont aux relations de Ketteler-Helmholtz) sont tout à fait analogues à celles trouvées pour le pouvoir rotatoire naturel. On s'explique aussi que le dichroïsme soit positif, puisque en général (règle de Pauli jr) les circulaires de sens inverse des courants d'Ampère sont privilégiés dans l'orientation par le champ.

En réalité, pour expliquer complètement l'effet Cotton magnéto-optique, il faudrait faire intervenir aussi le terme dû au diamagnétisme sous-jacent. Ceci me conduit à faire quelques remarques au sujet des anomalies possibles dans les *liquides* diamagnétiques, question qui nécessite encore de nouvelles recherches. Pour une bande *simple*, le décalage des courbes correspondant aux deux vibrations circulaires

---

(2) *Zeitschrift für Physik*, 34, 1925, p. 898 et 46, 1927, p. 168.

(3) L'expression *terme paramagnétique* est de Ladenburg, mais l'idée revient à Jean Becquerel.

conduirait à une anomalie de rotation magnétique de même signe des deux côtés de la bande (comme dans le cas des vapeurs), et aussi, c'est là ma remarque, à un dichroïsme circulaire magnétique *changeant le signe* au centre de la bande. En fait, on doit s'attendre à des phénomènes plus complexes, car on sait que bien peu de bandes d'absorption *larges* satisfont à la théorie électromagnétique (Ribaud). MM. Bruhat et Pauthenier ont montré, par exemple, qu'il fallait considérer la bande d'absorption ultra-violette du sulfure de carbone comme la superposition de plusieurs bandes (satisfaisant individuellement aux formules de Ketteler-Helmholtz). Il n'est pas sûr, comme le remarquait déjà H. Becquerel, que l'action du champ sur les bandes composantes soit la même. C'est sans doute en relation avec ce fait qu'il faut faire intervenir dans les régions de transparence l'*anomalie magnétique* γ de Darwin et Watson ([1]).

De toutes manières, l'effet Cotton magnétooptique serait dû à l'anomalie d'un terme paramagnétique, dont on peut prévoir toutes les caractéristiques et à une anomalie diamagnétique sous-jacente, dont les caractéristiques sont encore à préciser actuellement. Des études comme celles poursuivies par H. Ollivier permettraient probablement de faire le départ entre les deux termes et d'en préciser l'importance respective.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur une forme nouvelle de la loi des tensions de vapeur.* Note de M. **Jean-P.-E. Duclaux**, présentée par M. Aimé Cotton.

Les densités d'un liquide et de sa vapeur sont liées par la loi bien connue du diamètre rectiligne. J'ai pu trouver qu'il existait une autre relation liant ces deux quantités, d_1 et d_2, la pression de vapeur saturante p, la densité critique d_c et la pression critique p_c; cette relation s'écrit

$$\frac{d_1\, d_2}{d_c^2} = \alpha \left(\frac{p}{p_c}\right)^{1-\frac{1}{n}},$$

α étant une constante caractéristique voisine de 1, n un nombre caractéristique du corps, compris entre 6 et 12 environ. L'équation ci-dessus, d'origine expérimentale, est vérifiée sur tous les corps étudiés, du point triple à quelques degrés en dessous du point critique.

Supposons cette relation valable jusqu'au zéro absolu; alors la densité

(1) *Proceedings of the Royal Society of London*, A, **114**, 1927, p. 474.

du liquide d_1 tend vers d_0 (donné par le double de l'ordonnée à l'origine du diamètre rectiligne); de même p/d_2 tend vers RT. On aurait alors

$$n \log T - \log p = n \log \frac{d_0 p_c}{\alpha\, d_c^2 R} - \log p_c = N_0.$$

La valeur de N_0 pouvant se calculer à partir des données expérimentales.

Aux points remarquables de la courbe des tensions de vapeur, le point triple (T_T, p_T) et le point critique (T_c, p_c), les données expérimentales permettent de calculer

$$n \log T_T - \log p_T = N_T, \qquad n \log T_c - \log p_c = N_c.$$

On constate alors que les quantités N_T et N_c sont égales; elles sont de plus peu différentes de N_0; cette quantité est, suivant le corps considéré, supérieure, égale ou inférieure aux deux premières; la différence est inférieure à l'erreur possible (cette erreur est grande par suite de la faible précision avec laquelle est connue d_0 et de la multiplication du logarithme par le nombre n).

Supposons donc que l'on ait l'égalité

$$N_0 = N_T = N_c = N.$$

la quantité $n \log T - \log p$ oscille alors autour de la valeur N.

Si l'on construit, d'après les valeurs expérimentales, la courbe donnant $n \log T - \log p - N$ en fonction de T, on obtient, entre le point triple et le point critique, une courbe ayant l'aspect d'une parabole à axe incliné (cette construction fait parfaitement apparaître les irrégularités dans la mesure de p); la fonction, définie par cette courbe, nulle pour $T = T_T$ et $T = T_c$, tend vers ces valeurs avec une dérivée finie.

D'après la seconde hypothèse faite plus haut, cette fonction tend également vers zéro pour $T = 0$. On peut donc écrire

$$n \log T - \log p = N - T(T - T_T)(T_c - T) f(T).$$

La fonction $f(T)$ reste à définir expérimentalement; on constate qu'elle décroît régulièrement avec T; d'autre part, si l'on désire avoir une relation homogène, cette fonction doit être de degré -3 en T; la forme

$$f(T) = \frac{B}{(T + A)^3}$$

donne une représentation excellente des résultats.

La relation entre p et T s'écrit donc finalement, d'une façon très générale,

$$\frac{\log p - \log p_T}{\log p_c - \log p_T} = \frac{\log T - \log T_T}{\log T_c - \log T_T} + C\frac{T(T - T_T)(T_c - T)}{(T + A)^3}.$$

Cette relation, dans tous les cas étudiés, définit p en fonction de T avec une précision égale à celle des formules d'interpolation habituelles; elle ne contient que deux constantes arbitraires C et A.

Pour tous les corps ayant le même rapport T_c/T_T (H^2 et H^2O par exemple), les valeurs de A/T_c (ou A/T_T) sont égales; il semble bien, d'autre part, que A/T_c (ou A/T_T) varie régulièrement avec T_c/T_T; on aurait donc

$$A = \varphi(T_c, T_T),$$

cette fonction restant à déterminer. Il ne resterait plus, dans ces conditions, qu'une seule constante arbitraire C.

La relation obtenue, vérifiée du point critique au point triple et même en dessous du point triple pour la tension de vapeur du liquide surfondu, donne, près du zéro absolu, pour la pression,

$$P = KT^n.$$

Elle mènerait de même, pour la chaleur de vaporisation du liquide L, à la valeur

$$L = n\,RT,$$

et pour la chaleur spécifique à pression constante, à la valeur $2n$. Ces conclusions sont contraires à ce qui est généralement admis; il convient toutefois de remarquer qu'elles se rapportent à un corps à l'état liquide au zéro absolu : cet état n'a jamais été observé (sauf dans le cas de l'hélium, non encore étudié).

Quoi qu'il en soit, d'après la deuxième hypothèse, la première relation s'écrit

$$\frac{d_1 d_2}{d_0 d_c} = \frac{p_c v_c}{RT_c}\left(\frac{p}{p_c}\right)^{1-\frac{1}{n}}.$$

Pour l'eau, par exemple, la formule donne en quelques points les résultats suivants :

t	—10.	0.	50.	100.	150.	200.	250.	300.	374.
P calc. (mm)	2,15	4,58	92,5	760	3 569	11 668	29 931	64 900	165 400
P mes. (mm)	2,16	4,58	92,5	760	3 571	11 665	29 950	64 300	165 400

les constantes ayant les valeurs

$$A = 75°,5, \qquad C = 1,1071 \qquad (n = 12,165).$$

Il semble donc bien qu'on soit là sur la voie d'une loi des tensions de vapeur plus simple et plus générale que celle habituellement admise.

CHIMIE MINÉRALE. — *Contribution à l'étude des pertungstates.* Note de Mme **Marie-Elisa Rumpf-Nordmann**, présentée par M. Paul Lebeau.

Comme suite à nos travaux concernant l'action de l'eau oxygénée sur certains sels des métaux des colonnes IV, V, VI de la classification périodique, nous avons étudié la formation des pertungstates. En milieu neutre, lorsqu'on verse une solution aqueuse d'eau oxygénée dans une solution d'un tungstate alcalin, on observe une coloration jaune paille, relativement stable par rapport aux colorations analogues obtenues en employant un molybdate, un vanadate ou un chromate. Toutefois, alors que les permolybdates, les pervanadates, les pertitanates et les perchromates peuvent prendre naissance pour une échelle de concentration assez étendue, la coloration jaune des pertungstates n'est observable que dans un domaine restreint.

Nous avons utilisé la méthode des variations continues de P. Job [1] comme dans nos travaux antérieurs [2] et le comparateur à cellules photoélectriques de Jouan, qui avait déjà servi à l'étude des permolybdates [3].

Les solutions de tungstate alcalin ont été obtenues par dissolution du sel pur dans l'eau; nous avions au préalable vérifié que celui-ci ne contenait aucun métal susceptible de donner une coloration avec l'eau oxygénée. Le dosage du tungstène dans ces solutions a été effectué en précipitant soit le tungstate de benzidine par une solution diluée de chlorhydrate de benzidine, soit le tungstate de phénylhydrazine par une solution de phénylhydrazine contenant du chlorure de potassium. Les précipités filtrés, lavés, calcinés en creuset de platine, fournissent l'anhydride tungstique. Les résultats obtenus ont toujours été un peu plus faibles pour la phénylhydrazine que pour la benzidine (au maximum 1 %). Les titres ont été exprimés en WO^3.

---

(1) *Ann. de Chimie*, 10e série, 9, 1928, p. 113-203.

(2) *Ann. de Chimie*, 11e série, 8, 1937, p. 456-527.

(3) *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 908-910.

Pour trouver la formule du persel, il faut chercher la *composition maximum*. Celle-ci s'obtient en mélangeant des solutions équimoléculaires des deux constituants : le maximum de la propriété étudiée (intensité de la coloration jaune) doit occuper une position constante quand varie la concentration commune. Par mélange de solutions 0,59, 1,19, 1,67, 2,23*n* en WO^3 et H^2O^2, on constate que le maximum a toujours lieu pour deux molécules d'eau oxygénée et une molécule de tungstate de sodium. Dans ce cas, l'étude de mélanges non équimoléculaires permet de calculer la constante d'équilibre du persel jaune en fonction de la concentration des solutions mélangées et de la position du maximum. Si Γ est la concentration moléculaire de l'eau oxygénée, Γ' la concentration du tungstate exprimée en anhydride tungstique, p le rapport Γ'/Γ, x le pourcentage de WO^3 pour le maximum, la constante K nous est donnée par la formule

$$K = \frac{\Gamma^2[(2p+1)x-1]^3}{(1-3x)(p-1)^2}.$$

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

Expérience	Γ H^2O^2.	Γ' WO^3.	p.	x.	$K_{15°}$.
1............	1,99	0,41	0,206	0,63	10^{-3}. 9,506
2............	1,42	1,192	0,839	0,365	10^{-3}. 9,36
3............	2,49	1,478	0,593	0,437	10^{-3}.10,76
4............	0,48	1,192	2,48	0,22	10^{-3}. 9,126
5............	1,245	1,478	1,187	0,304 (5)	10^{-3}.10,52
6............	2,55	0,41	0,16	0,68	10^{-3}. 9,182
				$K_{15°}$ moyen	10^{-3}. 9,74

En conclusion, le persel jaune, formé par action de l'eau oxygénée sur le tungstate de sodium en solution aqueuse, résulte de l'action de deux molécules d'eau oxygénée sur une molécule de tungstate de sodium; il correspond donc à l'acide WO^6H^2. La constante d'équilibre de son sel de sodium à 15° est $10^{-3}.9,74$. Il convient de remarquer que le tungstène appartient à la même colonne de la classification périodique que le chrome : les chromates et les bichromates alcalins donnent également des persels de l'acide CrO^6H^2; ces persels, plus instables, ont une constante d'équilibre beaucoup plus faible ([2]).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparations et spectres Raman de dérivés benzéniques bromés.* Note [1] de M. **Roger Pajeau**, présentée par M. Marcel Delépine.

Nous nous sommes proposé de rechercher le spectre Raman de dérivés bromés, préparés soit par bromuration de quelques hydrocarbures benzéniques en présence de catalyseurs, soit indirectement. La méthode d'Ananthakrishnan a été appliquée à de petits cristaux : les filtres utilisés, dans ce cas, ont permis d'observer les fréquences Raman à partir de 100 cm^{-1} environ.

Préparations. — Certains dérivés ont été obtenus en étudiant l'action du brome en excès, à la lumière diffuse, sur des hydrocarbures benzéniques en présence de bromure ferrique : celui-ci était préparé extemporanément. Dans un matras, entouré d'eau froide et renfermant $0^g,1$ de fer porphyrisé et 100^g de brome sec, étaient introduits lentement et en agitant 8^g du corps à bromer (exceptionnellement 6^g dans le cas du benzène). Le contenu du matras, abandonné pendant une heure (sauf indication spéciale) à la temrature du laboratoire, était ensuite soumis aux traitements habituels. Avec les hydrocarbures étudiés, il s'est formé le dérivé bromé au maximum dans le noyau. Cependant, la bromuration du benzène en présence de $0^g,05$ ou de $0^g,1$ de fer n'a fourni au bout de 24 heures que du tétrabromo-1.2.4.5 benzène (13 et 18^g). Il a été nécessaire d'utiliser $0^g,5$ et 1^g de fer pour séparer 2 et 7^g d'hexabromobenzène. Avec le toluène et les trois xylènes, ont été recueillis respectivement le pentabromotoluène et les tétrabromoxylènes correspondants; le rendement est presque théorique. L'éthylbenzène et le propylbenzène ont formé, le premier, au bout de 6 heures, 20^g de pentabromo-2.3.4.5.6-éthyl-1-benzène, le second, au bout de 20 heures, 10^g de pentabromo-2.3.4.5.6-propyl-1-benzène.

Le bromure de glucinium, catalyseur moins énergique, a permis de préparer les dérivés tribromés (en 2.4.5 vraisemblablement) du toluène, de l'éthylbenzène, du propylbenzène et du butylbenzène [2].

Le tribromo-2.3.5-toluène a été obtenu indirectement à partir de l'orthotoluidine; le dibromo-3.5-amino-2-toluène résultant de la bromuration fut transformé en un diazoïque sur lequel réagit le bromure de

---

(1) Séance du 17 mars 1941.

(2) R. Pajeau, *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 1202.

potassium en présence de cuivre. La paratoluidine, traitée d'une façon analogue, a donné le dibromo-3.5-amino-4-toluène et enfin le tribromo-3.4.5-toluène. Une désamination par le nitrite d'amyle du tribromo-2.4.6-amino-3-toluène a fourni le tribromo-2.4.6-toluène.

Spectres Raman. — Le spectrographe utilisé, ouvert à $f/8$, avait une dispersion moyenne de 22 Å par millimètre vers 4500 Å. Les corps préparés sont en majorité des solides; ceux dont le point de fusion est peu élevé ont été étudiés fondus : ils étaient alors placés dans une petite étuve à fenêtres de verre chauffée par une résistance électrique; aux autres, qui se présentaient en petits échantillons cristallins, a été appliquée la méthode d'Ananthakrishnan. Malgré la faible intensité du spectre émis par ces molécules polybromées, il a été possible d'obtenir des clichés comprenant un certain nombre de raies Raman dont les fréquences les plus basses sont de l'ordre de 100 cm^{-1}. Nous avons utilisé comme filtres [3], les solutions suivantes sous une épaisseur de 2^{cm} :

Excitation	4046 Å.	4358 Å.
Durée moyenne de pose.	20 h.	35 h.

Lumière incidente.

Tétrachlorure de carbone	1000^{cm^3}	Eau	1000^{cm^3}
Iode	8^g	Nitrite de sodium	100^g
Aldéhyde salicylique	$0^{cm^3},25$	Éosine sol. aqueuse à 1/1000ᵉ.	80^{cm^3}
		Eau	1000^{cm^3}
		Chlorure de praséodyme heptahydraté	8^g

Lumière diffusée.

Eau	1000^{cm^3}	Eau	1000^{cm^3}
Nitrite de sodium	100^g	Soude solution normale	$0^{cm^3},2$
		Paranitrophénol	$0^g,2$

Les fréquences trouvées sont exprimées en cm^{-1}; le chiffre entre parenthèses indique l'intensité; (l) signifie large.

Tétrabromo-1.2.4.5-benzène (cristallisé). 226 (1), 422 (1), 452 (1), 669 (1), 1122 (6), 1149 (3), 1249 (1), 1278 (2), 1310 (1), 1339 (2), 1524 (3), 1539 (8), 3047 (7), 3094 (4) (l).

Hexabromobenzène (cristallisé). 230 (2), 332 (1), 665 (2), 1103 (1), 1164 (3), 1375 (2), 1441 (2), 1473 (1), 1488 (6).

---

(3) F.-J. Taboury, *Bull. Soc. Chim.*, 5ᵉ série, 5, 1938, p. 1394; R. W. Wood, *J. Chem. Physics*, 5, 1937, p. 287.

Tribromo-2.4.5-toluène (fondu). 128 (2), 216 (7), 278 (1), 310 (5), 692 (4), 1123 (1), 1213 (2), 1383 (3), 1526 (1), 1573 (3).

Tribromo-2.3.5-toluène (fondu). 127 (2), 188 (1), 216 (5), 264 (1), 302 (3), 455 (2), 547 (3), 995 (1), 1038 (1), 1084 (1), 1210 (1), 1522 (1), 1576 (1).

Tribromo-3.4.5-toluène (fondu). 137 (2), 192 (2), 220 (4), 324 (1), 349 (4), 434 (1), 674 (1), 952 (1), 1087 (1), 1215 (1), 1564 (1).

Tribromo-2.4.6-toluène (fondu). 120 (2), 233 (4), 314 (2), 372 (1), 727 (1), 821 (4), 1116 (1), 1207 (2), 1381 (3), 1529 (2), 1568 (3), 3071 (1).

Pentabromotoluène (cristallisé). 223 (1), 239 (1), 386 (1), 465 (2), 524 (2), 606 (2), 826 (1), 841 (1), 860 (1), 968 (1), 1191 (6), 1379 (2), 1394 (2), 1497 (3), 1514 (3), 2926 (5) (l).

Tribromo-2.4.5?-éthyl-1-benzène (liquide). 127 (4), 189 (2), 214 (8), 246 (3), 261 (3), 304 (5), 383 (1), 434 (1), 625 (3), 685 (7), 844 (1), 966 (2), 1031 (1), 1059 (4), 1120 (4), 1186 (2), 1202 (5), 1248 (1), 1270 (1), 1313 (1), 1376 (1), 1448 (2), 1530 (3), 1563 (6), 2936 (1), 2968 (1).

Pentabromo-2.3.4.5.6-éthyl-1-benzène (cristallisé). 214 (1), 233 (1), 348 (1), 833 (1), 855 (1), 971 (3), 1049 (3), 1060 (3), 1185 (8), 1210 (4), 1321 (1), 1369 (1), 1446 (3), 1494 (7), 1512 (7), 2866 (3), 2929 (5), 2966 (5) (l).

Tétrabromo-3.4.5.6-diméthyl-1.2-benzène (cristallisé). 213 (1), 343 (2), 892 (1), 983 (1), 1199 (8), 1231 (3), 1368 (4), 1385 (4), 1508 (4), 1532 (5), 2923 (7) (l).

Tétrabromo-2.4.5.6-diméthyl-1.3-benzène (cristallisé). 218 (1), 237 (3), 334 (1), 459 (2), 633 (1), 702 (1), 1077 (1), 1233 (5), 1380 (3), 1519 (3), 1536 (3), 2924 (5) (l).

Tétrabromo-2.3.5.6-diméthyl-1.4-benzène (cristallisé). 224 (2), 474 (3), 749 (1), 824 (1), 856 (1), 1226 (6), 1375 (2), 1505 (2), 1543 (2), 2923 (5) (l).

Tribromo-2.4.5?-propyl-1-benzène (liquide). 126 (3), 210 (6), 238 (2), 256 (1), 301 (1), 347 (1), 400 (1), 648 (2), 685 (6), 1031 (1), 1092 (2), 1120 (2), 1200 (4), 1447 (2), 1533 (2), 1564 (6), 2933 (1), 2969 (1).

Pentabromo-2.3.4.5.6-propyl-1-benzène (cristallisé). 233 (1), 325 (1), 367 (1), 827 (1), 860 (1), 918 (1), 1090 (5), 1184 (7), 1206 (6), 1348 (2), 1449 (2), 1494 (3), 1519 (4), 2871 (5) (l), 2938 (5) (l), 2972 (5).

Tribromo-2.4.5?-butyl-1-benzène (liquide). 127 (2), 214 (6), 233 (2), 311 (2), 406 (1), 648 (2), 688 (4), 905 (1), 1103 (2), 1127 (3), 1190 (2), 1207 (4), 1254 (1) (l), 1455 (2) (l), 1535 (2), 1574 (5).

L'influence des substitutions est ici très nette : la masse atomique élevée du brome produit un déplacement notable des raies 1600 qui sont abaissées à 1480 avec l'hexabromobenzène. En outre, l'absence d'atomes d'hydrogène dans la molécule de ce corps semble bien entraîner la disparition des raies de fréquences voisines de 3000; aucune n'est pratiquement observable dans cette région particulièrement facile à étudier avec l'excitation exclusive de 4046 Å.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'iodure de méthyle sur un alliage de magnésium et de calcium.* Note de MM. **Jean Décombe** et **Clément Duval**, présentée par M. Marcel Delépine.

Nous avons décrit [1] une combinaison organométallique peu soluble dans l'acétate d'éthyle, renfermant 1^{atm} de magnésium et 1^{atm} de zinc et possédant les propriétés des organozinciques de Blaise. Nous lui avons attribué la formule

$$\text{(I)} \qquad [Zn(CH^3)^2I^2(CH^3CO^2C^2H^5)^2]Mg,$$

du type de celle qui a été proposée par l'un de nous [2] pour les organomagnésiens.

En soumettant à l'action de l'iodure de méthyle un alliage atome à atome de magnésium et de calcium, nous espérions obtenir, conformément à la théorie d'Abegg et Bodländer, une molécule complexe de formule

$$\text{(II)} \qquad [MgI^2(CH^3)^2(\text{éther})^2]Ca,$$

devant, à priori, posséder les propriétés des réactifs de Grignard.

Mais les résultats sont assez différents de ceux que nous attendions. L'alliage utilisé est un produit industriel d'aspect blanc, brillant, cassant, susceptible d'être débité au tour en fins copeaux. Dans cet état, il s'altère assez rapidement sous l'action de l'air humide. La moyenne de plusieurs analyses a donné 62 % de calcium (théorie 62,5). Douze expériences ont été effectuées sur les quantités

$$\text{Alliage} \ldots\ldots \quad 3^g,2\left(\frac{1}{20}\,\text{at. Ca} + \frac{1}{20}\,\text{at. Mg}\right)$$

$$\text{ICH}^3 \ldots\ldots \quad 14^g,2\left(\frac{1}{10}\,\text{mol.}\right),$$

les volumes d'éther utilisés variant entre 50 et 200^{cm^3}.

L'amorçage s'effectue immédiatement sans le secours d'artifice. Il se forme une poudre grise presque insoluble dans l'éther, mais se détachant facilement du métal, de sorte que la réaction se poursuit régulièrement. On la termine par un court chauffage au bain-marie.

---

(1) *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 1024.

(2) *Comptes rendus*, 202, 1936, p. 1184.

On a constaté d'abord que le précipité est susceptible de retenir des quantités importantes de solvant; c'est ainsi qu'en opérant avec 50^{cm^3} seulement, il se forme un magma spongieux duquel il est impossible de décanter la moindre trace de liquide. Pour des volumes de 100 à 200^{cm^3}, il se décante facilement et peut être essoré sans difficultés en atmosphère d'azote sec. Il est malheureusement difficile de recueillir correctement le filtrat qui, sous l'action de l'essorage, s'évapore et se refroidit en provoquant des précipitations. Pour étudier la phase liquide, nous avons dû nous contenter d'effectuer des prélèvements dans la couche liquide qui surnage le précipité à la fin de la réaction.

Étude du précipité. — Le poids du précipité varie avec la quantité d'éther utilisé et l'importance des lavages; il n'est donc pas complètement insoluble. De plus il perd lentement de l'éther dans le vide sulfurique où il faut le laisser au moins 50 heures pour l'amener à composition fixe. A ce moment, il se présente sous l'aspect d'une poudre grise, relativement stable, quoique légèrement hygroscopique et ne donnant lieu sous l'action de l'eau qu'à un faible dégagement de méthane (10 à 15 % de la quantité correspondant à l'iodure de méthyle mis en œuvre). L'analyse a donné les valeurs moyennes : I % 57,60; Ca % 8,65; Mg % 0,58 [calculé pour la formule (II), I % 51,20; Ca % 8,07; Mg % 4,90]. Les poids obtenus ont varié entre 15 et $21^{g},7$. Ces résultats montrent que ce produit ne contient que 7 à 10 % du magnésium total, tandis que l'iode et le calcium s'y trouvent pour 65 à 94 %.

Étude de la couche surnageante. — Par des prélèvements, on peut doser : l'iode par la méthode de Volhard, le complexe organo-métallique par la méthode de Job et Reich (formation d'iodure de méthyle); on trouve ainsi que cette solution contient

a. 0,009 à 0,0013 atome d'iode, soit 9 à 13 % seulement de l'iode total;

b. 0,032 à 0,038 molécule de complexe organo-métallique. Il faut donc admettre que la solution contient de l'organomagnésien sous la forme symétrique $Mg\langle{}^{CH^3}_{CH^3}$.

Conclusions. — De l'ensemble de ces faits, il résulte que les produits principaux de la réaction en question sont

1° le diéthérate d'iodure de calcium, pour lequel $I\% = 57,50$ et $Ca\% = 9,05$, et dont le poids pour un rendement théorique serait de $22^{g},1$;

2° le diméthylmagnésium, qui se trouve dans la solution éthérée à raison de 32 à 38 % de la quantité correspondant à tout le magnésium mis

en œuvre dans l'alliage, mais qui ne peut être dosé totalement par notre mode opératoire, soit parce qu'il n'est pas suffisamment soluble dans l'éther, soit parce qu'il reste fortement adsorbé par le précipité.

Ce dernier fait résulte non seulement des analyses précédentes (puisqu'il faut bien que le magnésium se retrouve quelque part), mais encore des expériences suivantes.

Deux condensations ont été effectuées sur le produit hétérogène de la réaction étudiée, l'une avec le benzaldéhyde (à raison de 2 molécules pour 1 atome de magnésium mis en œuvre), l'autre avec le chlorure de benzoyle (à raison de 1 molécule pour 1 atome de magnésium). La première a donné le méthylphénylcarbinol avec un rendement de 67 %, la seconde le diméthylphénylcarbinol avec un rendement de 83 %. Or ces rendements sont bien supérieurs à ceux que laissaient prévoir d'une part les dosages d'organomagnésien, d'autre part le fait que la presque totalité de l'iode se trouve engagée à l'état de diéthérate d'iodure de calcium.

En résumé, l'équation de la réaction s'écrit, en négligeant les molécules d'éther liées,

$$\mathrm{Ca/Mg} + 2\,\mathrm{I\,CH^3} \rightarrow \mathrm{Ca\,I^2} + \mathrm{Mg}\left\langle{\mathrm{CH^3} \atop \mathrm{CH^3}}\right. .$$

Remarquons, en terminant, que ces résultats ne sont pas, *a priori*, incompatibles avec la formule double des combinaisons organomagnésiennes : MgR^2, MgI^2, $(\text{éther})^2$, si souvent utilisée, depuis les travaux de Jolibois ([3]) et de Schlenk ([4]), et que nous nous proposions de défendre sous une autre forme. Le degré de stabilité du complexe susceptible de se former, par substitution du calcium, à l'un des atomes de magnésium pouvant être seul mis en cause et sous la dépendance des solubilités respectives des constituants.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Oxydation des triols*-1.4.5 *au moyen de l'acide periodique*. Note de M. **Raymond Paul**, présentée par M. Marcel Delépine.

Les travaux de Malaprade ([1]) et de Fleury ([2]) ont établi que l'acide periodique (ainsi que les métaperiodates) oxydait les glycols vicinaux

---

([3]) *Comptes rendus*, 155, 1912, p. 353.

([4]) *Ber. d. Deutsch. Ges.*, 62, 1929, p. 920, et 64, 1931, p. 734.

([1]) *Bull. Soc. Chim.*, 4e série, 43, 1928, p. 863; 5e série, 1, 1934, p. 833.

([2]) Fleury et Lange, *J. Pharm. et Chim.*, 8e série, 17, 1933, p. 196, 313 et 409.

suivant le schéma

$$R.CHOH.CHOH.R + IO^4H \rightarrow IO^3H + H^2O + 2R.CHO,$$

et aussi que ce même réactif, en solution diluée du moins, était sans action sur les fonctions alcool isolées. Au cours de recherches sur l'aldéhyde γ-hydroxybutyrique, nous avons été amené à appliquer la réaction précédente aux triols 1.4.5

$$HO.CH^2.CH^2.CH^2.CHOH.CH.OH.R,$$

dont on a donné récemment une méthode de préparation à partir du furfural ([3]).

I. *Oxydation des triols.* — La réaction a été effectuée avec des solutions N/20 de pentanetriol (R = H), d'heptanetriol ($R = C^2H^5$) et de nonanetriol ($R = C^4H^9$), en suivant les indications des auteurs précités. Comme l'aldéhyde γ-hydroxybutyrique existe surtout sous la forme cyclique $CH^2.CH^2.CH^2.CH.OH$ (cycle fermé par O), et qu'*a priori* il était difficile de prévoir l'action de l'acide periodique sur les dérivés de ce type, on a dosé également les aldéhydes formés au cours de l'oxydation. Ce dosage s'effectue d'ailleurs très simplement : une fois l'oxydation terminée, et l'acide periodique restant titré par voie iodométrique, la solution est exactement neutralisée en présence de bleu de bromophénol. On ajoute alors un léger excès d'une solution alcoolique de chlorhydrate d'hydroxylamine, et au bout de 12 heures on titre l'acide libéré (1^{mol} d'acide chlorhydrique correspondant à 1^{mol} d'aldéhyde). Voici les résultats obtenus à 10° :

Triol.	Durée de l'essai.	Mol. de IO^4H utilisées pour 1^{mol} de triol.	Mol. d'aldéhydes formées pour 1^{mol} de triol.
Pentanetriol-1.4.5....	10 min.	0,976	1,993
»	4 h.	0,985	1,993
»	24 h.	0,995	2,005
Heptanetriol-1.4.5...	10 min.	0,985	~
»	4 h.	0,994	2,024
»	24 h.	1,023	1,986
Nonanetriol-1.4.5....	10 min.	0,950	~
»	4 h.	0,959	1,979
»	24 h.	0,998	1,966

L'oxydation de ces triols, sensiblement aussi rapide que celle du glycol

---

([3]) R. PAUL, *Comptes rendus*, 211, 1940, p. 645.

et du glycérol, se fait donc bien suivant l'équation de Malaprade et, dans les limites de précision des méthodes employées, fournit deux molécules d'aldéhydes pour une molécule de triol.

Cependant l'aldéhyde γ-hydroxybutyrique n'a pu être isolée qu'avec un faible rendement; sa solubilité dans l'eau et la nécessité d'employer des solutions periodiques diluées rendent son extraction très pénible. A ce point de vue, le tétracétate de plomb est bien préférable à l'acide periodique, comme nous le montrerons plus tard.

Par contre, en nous basant sur les résultats précédents, nous avons pu préciser la constitution de quelques dérivés de ces triols.

II. *Applications.* — *a.* Le chlorure d'acétyle réagissant en présence de chlorure de zinc sur l'alcool tétrahydrofurfurylique (ou sur son ester acétique) conduit à un chlorodiacétate auquel nous avions attribué la formule $Cl(CH^2)^3.CH(O^2C.CH^3).CH^2.O^2C.CH^3$ (3). Par alcoolyse de ce composé au moyen d'un excès de méthanol, on obtient une chlorhydrine qui ne peut être distillée sans décomposition; cependant, en agitant le produit brut de l'alcoolyse avec du charbon actif et en le séchant quelques jours dans le vide phosphorique, on arrive à un liquide ambré, correspondant bien à la formule $C^5H^{11}O^2Cl$ (D_{15}^{5} 1,194; N_D^{5} 1,48257. Trouvé R. M., 33,100; Cl %, 25,23. Calculé R. M., 33,20; Cl %, 25,60). L'oxydation periodique du produit a donné les résultats suivants ($T = 10^o$) :

Durée de l'essai........	10m.	4h.	24h.
Mol. de IO^4H utilisées par mol. de produit....	0,402	0,410	0,422
Mol. d'aldéhydes formées par mol. de produit...	0,893	0,918	0,940

Bien que la concordance entre l'acide periodique consommé et la quantité d'aldéhyde formée soit moins satisfaisante que dans le cas des triols, il semble donc que la chlorhydrine essayée était un mélange des deux isomères, $Cl(CH^2)^3.CHOH.CH^2OH$ (42 %) et $HO(CH^2)^3.CHCl.CH^2OH$ (58 %). Partant, la rupture du cycle hydrofuranique par le chlorure d'acétyle doit se représenter par le schéma

$$2\,CH^3COCl + \underbrace{CH^2.CH^2.CH^2.CH}_{O}.CH^2OH \xrightarrow{CH} \begin{cases} \overset{42\%}{\nearrow} Cl(CH^2)^3.CH(O^2C.CH^3).CH^2(O^2C.CH^3) \\ \underset{58\%}{\searrow} CH^3.CO^2.(CH^2)^3.CHCl.CH^2.O^2C.CH^3 \end{cases}$$

b. La dissymétrie de la molécule du pentanetriol fait prévoir une différence de réactivité entre les deux hydroxyles primaires : l'oxydation periodique va nous permettre d'évaluer cette différence.

En faisant réagir le chlorure de benzyle sur une suspension benzénique

de pentanetriol monosodé, on isole un liquide bouillant à 188°-190° sous 5^mm, dont la composition et les constantes (D_{15}^{8} 1,102; N_D^{8} 1,52752) sont celles d'un éther monobenzylique du pentanetriol. Son oxydation dans les conditions précédentes montre qu'il renferme seulement 72 à 74 % de $C^6H^5.CH^2.O(CH^2)^3.CHOH.CH^2OH$; la réactivité de l'hydroxyle-1 est donc ici *au moins* trois fois plus grande que celle de l'hydroxyle-5; il s'agit bien d'un minimum, car les 28 à 26 % restants sont constitués par un mélange, inséparable par distillation fractionnée, de benzyloxy-5 pentanediol-1.4 et de benzyloxy-4 pentanediol-1.5.

Durée de l'essai........	10^m.	7^h.	14^h.
Mol. de IO^4H utilisées par mol. de produit.....	0,688	0,707	0,742
Mol. d'aldéhydes formées par mol. de produit..	~	1,412	1,452

La réaction partielle de l'hydroxyle secondaire est en effet hors de doute, puisqu'en benzylant l'heptanetriol-1.4.5 monosodé, on isole un éther benzylique (Éb₄ 185°-187°; D_{15}^{8} 1,070; N_D^{8} 1,52942) qui contient seulement 90 à 92 % d'éther primaire

$$C^6H^5.CH^2.O(CH^2)^3.CHOH.CHOH.C^2H^5.$$

LITHOLOGIE. — *Sur les laves des massifs volcaniques du Cameroun Occidental.* Note (¹) de Mme **Élisabeth Jérémine.**

Les résultats de l'étude microscopique et chimique des collections recueillies par M. B. Gèze dans le Cameroun Occidental (voir la Note ci-dessous) font l'objet de la présente Note.

Chacun des quatre massifs volcaniques principaux offre certains caractères particuliers intéressants au point de vue lithologique.

Le *Grand Mont Cameroun* paraît presque uniquement *basaltique*, sous la réserve de son secteur SW, où se dresse le volcan d'Étinde avec ses laves néphéliniques et leucitiques. Les basaltes ne contiennent pas de feldspathoïdes; les analyses (an. 13, 14, 15, 16) montrent qu'ils présentent un déficit de silice; dans certains d'entre eux la teneur en néphéline virtuelle atteignant presque 10 % (an. 15, 16), la roche doit être considérée comme un *basanitoïde*. Il existe des basaltes francs (le paramètre $p = $ III, an. 15), des basaltes passant aux andésites [$p = $ (II) III, an. 13] et d'autres passant aux ankaramites [$p = $ III (IV), an. 14 et 16].

(¹) Séance du 17 mars 1941.

Les *Monts Manengouba* sont essentiellement *andésitiques*, avec prédominance des andésites à hornblende brune (an. 7, 8, 9); cette amphibole apparaît aussi dans les laves à faciès basaltique de volcans très récents (an. 8). Les basaltes sont rares (an. 10). Ces diverses roches calco-alcalines sont accompagnées de *rhyolite* hyperalcaline à ægyrine et ænygmatite à l'Elengoum, ainsi que de *trachyte* à barkévicite à l'Eboga (an. 3). Les andésites sont α, c'est-à-dire à excès de silice; l'olivine, toujours présente, est donc réactionnelle.

Dans les *Monts Bambouto*, un substratum de granites et de gneiss supporte une alternance d'*andésites*, de *basaltes*, de *trachytes* et de *phonolites*. Les andésites à hornblende sont identiques à celles des Monts Manengouba. Les trachytes (an. 1 et 2) et les phonolites sont hyperalcalins, riches en amphiboles ferro-sodiques variées et en ægyrine. Le basalte andésinique (an. 11) est du type β.

Les *Monts Roumpi* sont presque entièrement formés de gneiss et de granites, recouverts de *basaltes*, d'*andésites* et de cônes *trachytiques* plus récents. La roche prédominante est une andésite à grands phénocristaux de plagioclases (an. 6). Il existe aussi une andésite aphyrique, à microlites d'olivine. L'analyse montre, malgré la présence de l'olivine, une certaine quantité de silice libre (an. 5 et 6); mais au contraire un basalte (an. 12) à grands cristaux d'augite et d'olivine est à déficit de silice.

Les trachytes à faciès phonolitique contiennent de la néphéline (an. 4) et des amphiboles sodiques.

1. Trachyte sphérolitique, Bambouto........................	I'.'5.1.(3)(4)
2. Trachyte à ænygmatite, Bambouto........................	I(II).'5.1'.(3)4
3. Trachyte à augite, Éboga................................	I'.'5.(1)2.'4
4. Trachyte néphélinifère, Monts Roumpi....................	I'.5.1(2).'4
5. Andésite (α) andésinique aphyrique, Monts Roumpi........	II.(4)5.'3.4
6. Andésite (α) labradorique, Monts Roumpi.................	II.5.(3)(4).4
7. Andésite (α) à hornblende et olivine, Éboga.............	II.5.(2)3.4
8. Andésite (α) pauvre en hornblende, volcan N'Dom.........	II'.5.3'.4
9. Andésite (α) à hornblende et plagioclases, Élengoum.....	II'.5.3.4
10. Basalte à olivine, Élengoum............................	'III.5.3.4
11. Basalte (β) andésinique, Bambouto......................	III.5.3.4
12. Basalte (β) labradorique, Monts Roumpi.................	III'.5.'4.'4
13. Basalte (β) andésinique, Source de Mann................	(II)III.5.3.4
14. Basalte (β) labradorique passant à ankaramite, Cratère Meyer.	III(IV).5.3(4).4
15. Basanitoïde, Sommet de Fako............................	III.6.3.4
16. Basanitoïde passant à ankaramite, Isobi................	III(IV).6.'3.4

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
SiO^2	64,44	63,60	63,34	59,32	54,08	48,96	53,56	47,48
Al^2O^3	16,03	15,88	18,16	18,78	16,70	17,77	16,82	16,49
Fe^2O^3	3,81	1,63	2,18	2,07	4,21	2,87	3,83	5,12
FeO	1,22	4,05	2,03	2,84	4,86	6,38	4,96	6,68
MnO	0,10	0,14	0,08	0,18	0,13	0,12	0,12	0,14
MgO	0,29	0,79	0,54	0,54	2,27	3,21	3,21	4,50
CaO	0,96	0,80	1,62	1,78	5,60	10,00	5,68	7,86
Na^2O	5,92	5,76	5,78	7,06	4,35	3,02	4,34	3,08
K^2O	5,40	4,91	4,49	5,07	2,23	1,74	2,94	1,88
TiO^2	1,00	1,04	0,82	0,41	2,04	3,64	2,40	3,98
P^2O^5	0,04	0,05	0,06	tr.	0,76	0,64	0,54	0,57
H^2O^+	0,46	1,10	0,83	1,26	2,37	1,61	1,33	1,35
H^2O^-	0,43	0,52	0,44	0,72	0,62	0,17	0,40	1,25
	100,10	100,27	100,37	100,32	100,22	100,14	100,13	100,38
SiO^2 libre...	7,98	6,60	8,04	–	6,96	2,22	2,28	1,62
Néph		–	–	5,04		–	–	–
An %	2	5	12	10	35	55	32	49

	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
SiO^2	50,78	48,80	44,68	41,52	48,72	45,14	43,66	43,54
Al^2O^3	16,36	14,60	13,93	12,12	15,85	11,23	13,71	11,24
Fe^2O^3	3,15	4,44	3,33	6,40	1,69	4,15	4,48	3,15
FeO	6,98	7,28	8,29	6,68	8,91	7,69	8,41	10,07
MnO	0,12	0,13	0,16	0,13	0,11	0,14	0,11	0,14
MgO	4,68	6,48	6,80	10,73	5,51	10,39	7,13	9,57
CaO	6,74	8,32	10,74	12,26	10,26	13,38	12,50	12,38
Na^2O	3,46	3,05	3,26	1,70	3,14	1,95	2,99	2,76
K^2O	2,19	1,78	1,27	1,22	1,70	1,15	1,90	1,63
TiO^2	2,96	3,68	3,96	4,00	3,52	4,04	4,48	4,72
P^2O^5	0,63	0,42	0,71	0,64	0,23	0,39	0,63	0,74
H^2O^+	1,33	0,88	1,69	2,24	0,66	0,59	0,41	0,34
H^2O^-	0,82	0,33	0,27	0,71	tr.	0,18	0,06	0,13
	100,20	100,19	100,27 (1)	100,35	100,30	100,42	100,47	100,41
SiO^2 libre...	1,44	–	–	–		–	–	–
Néph		–	1,63	2,34	1,35	2,48	9,51	9,23
An %	43	44	43	69	49	60	70	66

(1) CO^2 1,18.

Tous les basaltes analysés sont à déficit de silice. Les andésites, au contraire, sont à silice libre. Ces roches de nature calcoalcaline sont accom-

pagnées de trachytes, phonolites et rhyolites sodiques caractérisés par la présence d'amphiboles et de pyroxènes ferro-sodiques.

Pour la première fois des rhyolites, des trachytes et des phonolites contenant des minéraux ferrosodiques sont signalés dans le Cameroun. Les seules analyses des laves publiées jusqu'ici étaient celles du volcan d'Étinde (1); celles qui sont données ci-dessus sont dues à M. Raoult.

GÉOLOGIE. — *Sur les massifs volcaniques du Cameroun Occidental.* Note (1) de M. **Bernard Gèze**.

Au cours d'une mission au Cameroun Occidental (2), de juin à août 1939, il m'a été possible d'étudier les grands massifs volcaniques qui s'étendent en territoires français et britannique de l'Atlantique à la région de Bamenda (225^{km} environ).

Le premier et le plus important, le *Mont Cameroun*, se dresse brusquement au fond du Golfe de Guinée. Masse elliptique de 50^{km} du SW au NE sur 35 du NW au SE, il culmine à 4070^{m} au sommet du Fako. Une cinquantaine de petits cônes, dont les produits sont de caractère strombolien et vulcanien, y sont grossièrement alignés, et deux ou trois d'entre eux présentent encore quelques signes d'activité (solfatares, fumerolles à 80°).

Les éruptions, selon Guillemain (3), auraient commencé au Crétacé supérieur. Les plus récentes (1909, 1922, peut-être 1925) ont donné de grandes coulées de laves cordées, dont l'une a atteint l'Océan entre Isobi et Bibundi.

Quoi qu'il en soit, la partie inférieure du massif est constituée par une série basaltique ancienne, généralement latéritisée, et qui s'élève en gradins de la mer jusqu'à près de 1000^{m}. Tout à fait au SW, il est possible que l'Étinde ou Petit Mont Cameroun (1715^{m}), isolé du massif principal et caractérisé par ses roches à leucite et néphéline, soit plus ancien encore. Le Mont Cameroun proprement dit est essentiellement formé de basaltes

(1) E. Esch, *Sitzungsber. d. kön. pr. Ak. d. Wiss.*, **12**, XVIII, 1901, p. 277.

(1) Séance du 17 mars 1941.

(2) B. Gèze, P. Lepesme, R. Paulian et A. Villiers, *Bull. du Muséum*, 2e série, **11**, 1939, p. 493.

(3) *Beiträge zur Geologie von Kamerun* (*Abhand. König. Preus. Geol. Landes-anstalt*, Neue Folge, **62**, Berlin, 1909).

récents; cependant une curieuse rupture de pente, visible vers 3000m d'altitude, laisse supposer que d'autres roches, de fluidité différente, ont contribué à l'édification de la montagne. Burton et Schwarz ont d'ailleurs signalé, l'un du trachyte dans le versant W, l'autre des phonolites vers le SE [4], mais le manteau basaltique recouvre pratiquement tout l'ensemble.

Soixante-quinze kilomètres au NE, le *Mont Koupé* (2050m) est un horst de syénite dont la mise en place est sans doute assez récente, car il est recouvert presque en totalité de cendres, de lapilli basaltiques et de nombreux cônes subactuels issus de fractures parallèles n'ayant donné jour à aucun autre produit éruptif.

Vingt-cinq kilomètres plus loin, le *massif des Manengouba* est au contraire plus complexe. Il se compose d'une ancienne caldera, en partie démantelée, large d'environ 12 à 15km, constituée d'andésite, qui culmine à l'Elengoum (2300m), au-dessus de Nkongsamba; une aiguille de rhyolite la traverse néanmoins sans que sa position s'explique clairement. Des basaltes anciens paraissent avoir rempli l'intérieur de la caldera, mais les rapports ont été rendus confus par l'apparition d'une deuxième caldera, de nature principalement trachytique, emboîtée dans la première, mieux conservée, d'environ 4 à 5km de diamètre, culminant à l'Eboga (2420m). Au centre, se trouvent trois petits appareils basaltiques, alignés dans la direction SW-NE et dont les cratères sont agrémentés de lacs pittoresques.

Environ 75km au NE, au-dessus du socle granito-gneissique déjà porté à près de 1500m d'altitude, le *massif des Bambouto* montre une couverture basalto-andésitique ancienne qui transparaît sous une succession de plateaux en terrasses à dominance trachytique. La région sommitale (2679m) passe progressivement à des phonolites.

En définitive, les éruptions de ces divers massifs, dont la succession demeure mal connue, semblent cependant, comme dans maints volcans africains, pouvoir être schématiquement rangées dans une *série noire inférieure basalto-andésique* très probablement tertiaire, une *série blanche moyenne trachyto-phonolitique*, peut-être déjà quaternaire, et une *série noire supérieure basaltique*, très récente, non représentée aux Bambouto, mais encore actuelle au Mont Cameroun.

L'examen des régions environnantes a montré que le volcanisme n'est pas limité à une seule grande ligne de fracture; il paraît s'expliquer, tout

---

([4]) Cf. KRENKEL, *Geologie Afrikas*, in 8°, Berlin, 3, 1934, p. 1233.

au moins à proximité de l'Océan, par la présence d'un fossé tectonique. Les grands cratères sont alignés dans l'axe de l'effondrement, tandis que les bords sont le siège d'un volcanisme atténué. L'escarpement NW, qui domine parfois de plus de 1000^m, est bien visible des Monts Nda-Ali (1212^m, trachyte sur granite), près de Mamfe, par les Monts Roumpi (1500^m, granite et gneiss couverts par une série basalto-andésitique ancienne, cônes trachy-phonolitiques, dykes basaltiques récents), jusqu'aux pointements basaltiques des Monts Oonge et du Cap Madale. L'escarpement SE, moins régulier, semble aussi moins vulcanisé et se décompose en une succession de gradins. Le Mont Nlonako, au sud-est de Nkongsamba, y est constitué par des syénites comparables à celles du horst du Koupé, situé en avant de lui dans le fossé.

Dans cette contrée, « charnière » entre Afrique Occidentale et Afrique Équatoriale, le socle granito-gneissique est donc affecté par un groupe de cassures SW-NE, grâce auxquelles les magmas éruptifs ont pu gagner la surface. La zone de faiblesse commence au moins près du Lac Tchad (pitons rhyolitiques du Hadjer-el-Khamis). Jalonnée ensuite par de petits volcans trachytiques ou basaltiques et par les horsts granitiques des Mandara et de l'Alantika, elle parvient aux massifs qui ont fait l'objet de mes observations. Elle se poursuit dans l'Atlantique par des édifices éruptifs considérables dont l'importance *au-dessus du socle sous-marin* ne semble pas avoir été justement appréciée (île de Fernando-Póo : 3300^m à 3700^m; île du Prince : 3900^m; île de Sâo-Thomé : 5200^m; île d'Annobon : 5000^m); de telle sorte que *cette* « ligne du Cameroun » *apparaît comme l'un des grands traits tectoniques du continent africain.*

MÉTÉOROLOGIE. — *Étude des perturbations atmosphériques dans la région lyonnaise.* Note (¹) de M. **Paul Quéney**, présentée par M. Charles Maurain.

D'après les travaux de Ficker, Schedler et Dines en Europe, d'Haurwitz aux États-Unis, on sait que les perturbations de la pression et de la température, mesurées à des niveaux fixes, sont concordantes dans les hautes couches de la troposphère, et que celles de la température changent de signe à la traversée de la tropopause; en outre l'altitude de cette surface varie en accord avec la pression. Dans les basses couches, des effets secon-

(¹) Séance du 10 mars 1941.

daires multiples détruisent plus ou moins cette concordance, surtout dans les régions continentales, où les variations arrivent à être de signe contraire; on peut interpréter les résultats par un décalage de phase progressif en fonction de l'altitude.

Une remarquable série de 206 radiogonio-sondages quotidiens, exécutés et dépouillés à Lyon de novembre 1939 à juin 1940, en collaboration avec le personnel de l'Office National Météorologique, et dont 112 atteignent l'altitude de 15 km., m'a permis d'étudier le comportement de l'atmosphère dans une région jusqu'ici peu explorée. Voici un résumé des résultats statistiques obtenus :

Écart-type par rapport à la moyenne mensuelle.
(P_n, pression; T_n, température à l'altitude fixe n, exprimée en km/dyn.)

n..........	0.	2.	4.	6.	8.	10.	14.	16.
Écart-type de P_n (mb)...	7,1	6,4	7,0	7,0	6,6	6,1		
» T_n (deg)...	4,5	4,7	4,4	4,6	4,8		3,4	3,5

Écart-type de l'altitude Z_t de la tropopause (km/dyn).......	1,0
» la température T_t » (deg)...........	3,4

Coefficient de corrélation entre les écarts interdiurnes.
(T_m, température moyenne en 1 et 9 km/dyn.)

n...........	0.	2.	4.	6.	8.	10.
Coefficient de corrélation $r(T_m, P_n)$ de T_m avec P_n..................	0,14	0,34	0,63	0,73	0,84	0,86

$r(P_0, T_0)$.	$r(T_m, T_{13})$.	$r(T_m, T_t)$.	$r(T_m, Z_t)$.	$r(T_t, Z_t)$.
—0,26	—0,40	—0,40	—0,73	—0,73

A titre de comparaison, voici des valeurs données par Dines comme moyennes de stations européennes :

$r(T_m, P_0)$.	$r(T_m, P_9)$.	$r(P_0, T_0)$.	$r(T_m, T_t)$.	$r(T_m, Z_t)$.	$r(T_t, Z_t)$.
0,47	0,95	0,16	—0,37	0,79	—0,68

Dans les hautes couches, les résultats déjà connus sont confirmés, la seule particularité à signaler étant le comportement de la variation de la température en fonction de l'altitude : amplitude sensiblement constante dans la troposphère, diminuant au passage dans la stratosphère. Dans les basses couches, le caractère continental de la région lyonnaise est assez nettement indiqué par la corrélation négative entre T_0 et P_0; d'ailleurs les trains d'ondes sont fortement déformés par le relief et ne donnent pas

lieu à un décalage net de phase. On peut signaler aussi que les écarts-types sont tous plus faibles que ceux donnés par Dines, ce qui s'explique par le fait que la région lyonnaise est relativement à l'écart des trajectoires des dépressions.

Il y a dans les sondages de Lyon une autre particularité digne d'intérêt; alors que dans 79 cas (groupe 1) il y a une seule tropopause très nette, dans 78 autres cas (groupe 2) la tropopause est surmontée d'une zone d'inversion de température, elle-même limitée en haut par une seconde surface de discontinuité, et le gradient vertical de la température, sensiblement uniforme dans la troposphère et dans la stratosphère, l'est aussi dans cette zone d'inversion. Voici les moyennes correspondantes :

Groupe	1.	2.
T_t (deg)	—56,5	—61,9
Z_t (km/dyn)	10,2	11,1
Gradient trop. (deg/km)	7,4	7,6
» strat. »	— 0,5	0,1

Gradient et épaisseur de la zone d'inversion 4,4 deg/km et 1^{km},5.

Voici en outre des constatations complémentaires :

a. Les sondages du groupe 2 prédominent nettement au cours des phases tropicales des perturbations.

b. Au cours des jours correspondants, on observe presque toujours, lorsque cela est possible, l'existence d'une couche de cirrus.

c. Les changements brusques du vent à la traversée de la tropopause sont surtout fréquents dans les sondages du groupe 2, et il y a alors en même temps changement brusque sur la discontinuité supérieure, le vent étant presque toujours plus fort dans la zone d'inversion, généralement supérieur à 100 km/h.

d. La structure de la zone d'inversion, tout comme celles de la troposphère et de la stratosphère, est conforme au principe de moindre dissipation de Dedebant et Wehrlé, du moins au point de vue du gradient vertical de la température.

PALÉONTOLOGIE. — *Valeur stratigraphique et répartition géographique du genre* Dictyoconus *dans le Nummulitique d'Égypte.* Note de M. **Jean Cuvillier**, présentée par M. Charles Jacob.

Les Foraminifères à forme conique appartenant au genre *Dictyoconus* Blanck. n'ont été signalés en Égypte que dans un petit nombre de localités; celles d'où proviennent les individus qui ont servi à créer le genre et la

première espèce, *D. egyptiensis* Chapm. sp., rapportée d'abord à *Patellina* puis à *Dictyoconus*, se situent dans la région de Suez; ce sont, au Nord, le Gebel Géneffé, au Sud, le Gebel Ataka. Plus près de la vallée du Nil, et plus au Sud, dans la partie basse de l'ouadi El-Cheikh, Blanckenhorn [1] a rencontré ces mêmes Foraminifères et créé une seconde espèce sous le nom de *D. coralloïdes*. Dans la région comprise entre le Gebel Ataka et le Gebel Galala El-Baharia, H. Sadek [2] a fait, depuis, une fructueuse récolte de *Dictyoconus*; il y a reconnu l'existence des deux espèces déjà citées. Ce sont essentiellement ces deux formes, assez polymorphes, souvent associées, qui représentent, en Égypte, la faune à *Dictyoconus*; pour Silvestri [3], qui les a retrouvées en Somalie italienne, elles appartiennent à un couple dont *D. egyptiensis* serait la forme à microsphère.

Au Gebel Géneffé, on rencontre déjà des *Dictyoconus* entre les calcaires à *Alveolina oculum* St., *Orbitolites complanatus* Lmk. de l'Ypréso-Lutétien et le niveau à *Nummulites uroniensis* A. Heim qui se place, au Gebel Mokattam, au-dessus du banc à *N. gizehensis* Forsk.; ils sont donc dans le Lutétien et non dans l'Éocène inférieur, position que leur assignent J. Barthoux [4] et H. Douvillé [5].

Au Gebel Ataka, les *Dictyoconus* apparaissent aussi au-dessus des premiers *Orbitolites*; mais ils sont particulièrement abondants au niveau des calcaires qui surmontent les formations à grandes Nummulites; leur âge est ici surtout Lutétien supérieur. Telle est généralement la position qu'ils occupent dans la région étudiée par Sadek, où je les ai retrouvés un peu partout. Ces faits sont en contradiction avec les conclusions de H. Douvillé qui situe ces Foraminifères uniquement sous les bancs à *N. gizehensis*.

Dans la région de l'ouadi El-Cheikh, les *Dictyoconus* de Blanckenhorn ont été récoltés dans des terrains postérieurs aux couches à *N. gizehensis*, qui correspondent au niveau de la pierre à bâtir des environs du Caire, donc aussi au Mokattam inférieur.

Des matériaux ramenés d'Égypte et récemment étudiés me permettent d'apporter quelques éléments nouveaux relatifs à la répartition verticale et géographique de la faune à *Dictyoconus*.

---

(1) *Zeitsch. deutsch. geol. Gesellsch.*, 52, III, 1900, p. 434-435.

(2) *The Geography and Geology of the District between Gebel Atâqa and El-Galala El-Baharîya, Survey of Egypt*, paper n° 40, 120 p., Cairo, 1926.

(3) *Palaeontogr. Ital.*, 32, suppl. 4, 1939, p. 73.

(4) *Mém. Ins. Ég.*, 5, p. 78, Le Caire, 1922.

(5) *C. R. somm. Soc. Géol. Fr.*, 1924, p. 113-114.

A l'Est d'El-Fachn, en bordure de la Vallée du Nil, dans un calcaire lutétien à *N. Lucasi*, j'ai reconnu la présence de *Dictyoconus* cf. *egyptiensis*.

Un peu plus au Nord et à l'intérieur du désert Arabique, entre la naissance de l'ouadi Sannour et l'ouadi Askar El-Baharia, les calcaires rosés, à la surface du plateau, contiennent les formes A et B de *Dictyoconus egyptiensis*.

Vers le delta du Nil, à quelques kilomètres au Sud de Helouan, le couple des *Dictyoconus* est associé à de grands individus d'*Orbitolites complanatus*.

Plus près du Caire enfin, au Bir El-Fachm, puits abandonné, autrefois creusé dans l'ouadi El-Tih pour des recherches de charbon, les matériaux rejetés autour de l'orifice m'ont donné, dans un calcaire grisâtre à *Velates Schmiedelii* Chemn., fossile de l'Éocène moyen, en Égypte, nombre d'individus appartenant à *D. egyptiensis* A et B; ils sont associés à *Orbitolites complanatus* et à plusieurs exemplaires d'un autre Foraminifère, forme conique voisine, *Coskinolina liburnica* St. dont la présence, dans le Lutétien, pose la question de sa valeur stratigraphique.

On voit que l'aire de répartition des *Dictyoconus*, sensiblement élargie dans le Nord de l'Égypte, montre, comme Davies [6] l'a mis en évidence pour l'Asie méridionale, leur position constante dans l'Éocène moyen dont ils caractérisent même plutôt la portion supérieure. Les transgressions du Nummulitique sur les bords oriental et septentrional du continent africain ont disséminé la faune à *Dictyoconus* depuis la Somalie italienne jusqu'au golfe de Suez et à la vallée du Nil qui marquaient alors les confins occidentaux de la province Indo-érythréenne.

CHIMIE AGRICOLE. — *Influence de quelques* oligo-éléments *sur la fixation de l'azote atmosphérique au cours de la végétation d'une Légumineuse*. Note de M. **Désiré Leroux**, présentée par M. Maurice Javillier.

J'ai montré [1] que divers *oligo-éléments*, bore, fluor, arsenic, iode, chrome, manganèse, cuivre, zinc, plomb, introduits dans un sol en très petite quantité (2, 5, 10^{mg} par kilogramme de terre supposée sèche) et sous une forme convenable, exaltent la combustion de la matière organique et la nitrification. Il m'a paru intéressant d'examiner si ces mêmes oligo-éléments

---

(6) *Trans. Roy. Soc. Edinburgh*, **56**, part. II (n° **20**), 1930, p. 485-505.

(1) *Comptes rendus*, **210**, 1940, p. 770.

exercent aussi une action sur la fixation microbienne de l'azote atmosphérique, fixation réalisée dans les conditions naturelles par le *Bac. radicicola*, bactérie symbiotique des racines des Légumineuses, et éventuellement par certains microbes du sol, les *Azotobacter* notamment.

Plusieurs chercheurs ont précédemment abordé cette étude : Voïcu (²) a constaté l'heureuse influence du bore sur l'activité du *Bac. radicicola*; Kaserer (³), Herke (⁴), Olaru (⁵), Rocasolano (⁶), entre autres, ont observé une action favorable du manganèse sur la fixation de l'azote par ce même microbe ou par les *Azotobacter*; d'après Greaves, si l'arsenic (⁷), l'iode, le manganèse augmentent le pouvoir fixateur de ces derniers, le bore, le cuivre, le zinc ne seraient pas nécessaires à leur développement (⁸). Les expériences de ces auteurs ont été généralement exécutées sur des milieux artificiels; aussi m'a-t-il semblé utile de les reprendre et de mesurer l'activité des microbes fixateurs d'azote dans leur habitat naturel.

Il était nécessaire, pour obtenir des résultats concluants, de cultiver des plantes dans des conditions tout à fait comparables et de doser rigoureusement l'azote : 1° dans les sols avant culture et dans les graines initiales; 2° dans les sols après culture et dans les récoltes. La fixation de l'azote et son taux devaient ressortir de la comparaison entre les deux groupes de dosages.

Technique. — J'ai cultivé en vases une Légumineuse, le Pois, sur un sol additionné de 2 ou 5^{mg} par kilogramme de terre supposée sèche, de l'un des éléments suivants : Bo, F, As, I, Cr (sous forme de borate, fluorure, arsénite, iodure, chromate de sodium), Mn, Cu, Zn, Pb (à l'état de sulfates). J'ai opéré à dessein sur une terre ayant même origine que celle utilisée dans mes expériences sur la combustion de la matière organique et la nitrification (I). Prélevée dans le domaine de l'École nationale d'Horticulture de Versailles, elle était initialement riche en matières organiques (C organique 4,5 %) et en azote (N organique et ammoniacal 0,455, N nitrique 0,0123 % de terre supposée sèche).

Le semis a été effectué le 6 avril 1939 avec des graines de Pois nain très hâtif d'Annonay, de même grosseur et à très peu près de même poids. Le 26 juin, il a été procédé à la récolte sur les 40 vases, dont chacun comportait 7 plantes.

(²) *Thèse Faculté des Sciences*, Paris, 1923.
(³) *Centralbl. f. Bakt.*, 28, 1910, p. 268; 29, 1911, p. 232; 30, 1912, p. 509.
(⁴) *Kiserlet Kozlem.*, 16, 1913, p. 311.
(⁵) *Comptes rendus*, 160, 1915, p. 280.
(⁶) *Rev. R. Acad. Ciencias*, Madrid, 14, 1916, p. 681.
(⁷) *Journ. of Agric. Research*, 6, 1916, p. 389.
(⁸) *Soil Science*, 36, 1933, p. 267.

Cette expérience étant celle même qui m'a permis de constater l'influence des oligo-éléments sur le développement du Pois, de plus amples détails techniques sont inclus dans ma Note se rapportant à cette question ([9]).

Sur les différentes parties des plantes (racines lavées, tiges et feuilles, gousses vidées, graines), séchées à + 100° et pesées, j'ai dosé l'azote total. J'ai prélevé soigneusement après la culture un échantillon de chaque sol, sur lequel j'ai dosé, immédiatement et séparément, l'azote organique et ammoniacal et l'azote nitrique.

Résultats. — Le tableau ci-après résume les résultats moyens et totaux des dosages et la quantité moyenne calculée d'azote atmosphérique fixée entre le 6 avril et le 26 juin 1939 par les témoins et par chaque lot ayant reçu une dose donnée d'un oligo-élément. Les écarts entre les essais identiques n'ont pas dépassé 1,5 %.

Avant culture.

Azote total	*a.* Dans le sol	Témoins 1°....	8g,404	moyenne 8g,411	N total dans sol + graines 8g,466
		» 2°....	8,410		
		» 3°....	8,419		
	b. Dans les graines	» 1°....	0,054.6	moyenne 0g,055	
		» 2°....	0,055.4		

Après culture.

Azote total dans sol + plantes.			Azote fixé calculé.
Témoin 1°...	8g,504	moyenne 8g,492	0g,026
» 2°...	8,485		
» 3°...	8,483		
» 4°...	8,496		

Après addition de....	2mg (*).	5mg (*).	2mg.	5mg.
Bo..................	8,678 (**)	8,724 (**)	0,212	0,258
F..................	8,709	8,800	0,243	0,334
As..................	8,606	8,574	0,140	0,108
I..................	8,636	8,882	0,170	0,416
Cr..................	8,667	8,635	0,201	0,169
Mn..................	8,745	8,798	0,279	0,332
Cu..................	8,630	8,795	0,164	0,329
Zn..................	8,749	8,628	0,283	0,162
Pb..................	8,618	8,714	0,152	0,248

(*) Par kilogramme de terre supposée sèche.

(**) Chaque dose d'oligo-élément comportait deux essais

([9]) *C. R. Acad. Agriculture*, **26**, 1940, p. 480.

Conclusion. — L'examen de ce tableau montre que dans chacun des sols auxquels on a incorporé une petite dose d'oligo-élément, une fixation complémentaire d'azote a été constatée.

La quantité d'azote fixée dans les témoins, et même dans les pots pourvus d'un catalyseur, a été naturellement faible par rapport à la quantité d'azote préexistante. Mais l'accord satisfaisant des chiffres obtenus, d'une part dans les témoins, d'autre part dans chacun des vases d'un même groupe [10], fait que les résultats nous paraissent expérimentalement assurés et notre conclusion valable. La fixation de l'azote atmosphérique a bien été favorisée par l'addition au sol de petites doses des éléments étudiés.

ZOOLOGIE. — *Deux formes larvaires de* Ctenoplanidæ *du plancton des côtes d'Annam.* Note [1] de M. **Constantin Dawydoff**, présentée par M. Maurice Caullery.

Les larves de *Ctenoplana* n'avaient jamais été observées jusqu'ici. Or j'ai trouvé, dans le plancton indochinois, trois larves appartenant à ces Platycténides. Dans deux d'entre elles j'ai reconnu une larve d'une *Ctenoplana* et la troisième appartient incontestablement au sous-genre *Planoctena*. Ces trois larves ont été pêchées dans le plancton superficiel (0 — 10^{m}) de la baie de Nhatrang (Sud-Annam), au commencement de la saison hivernale (novembre 1934).

La larve de *Planoctena* (*fig.* A) montre déjà les caractères distinctifs du sous-genre : les parties extérieures de ses gaines tentaculaires sont nettement détachées du corps. Elles sont longues et orientées, soit dans un plan horizontal, soit dans un plan vertical. Ce qui frappe dans l'organisation externe de la larve, c'est la subdivision du corps larvaire en deux régions nettement délimitées : aborale et orale. Parmi les *Ctenoplanidæ*, seule *Planoctena caulleryi* Daw., en position de nage, offre une subdivision en deux zones superposées. Mais, chez cette Ctenoplanide, cette disposition ne se trouve réalisée que d'une façon très primitive, les lobes marginaux n'étant séparés de la partie aborale que par un étranglement circulaire

---

(10) Le tableau ne consigne pas tous les résultats, mais les totaux moyens pour chaque groupe.

(1) Séance du 17 mars 1941.

presque imperceptible. Or, chez la larve de *Planoctena* considérée, les deux régions superposées du corps sont séparées l'une de l'autre d'une façon très prononcée; la partie orale du corps, extrêmement élastique et mobile, pend comme une cloche très large, et la larve, en nageant, la retrousse de temps en temps très haut, prenant alors une attitude qui rappelle celle d'une dame en crinoline, qui, avant de s'asseoir, retrousse sa robe. Cette cloche orale renferme une cavité très spacieuse qui ne représente autre chose que la partie inférieure du pharynx, extrêmement distendu et qui s'ouvre au dehors par un énorme orifice buccal. La partie supérieure du pharynx, fonctionnellement digestive, est assez faiblement développée. D'après son caractère histologique, cette région du pharynx, comprimée dans le sens oro-aboral, fait un contraste très marqué avec le revêtement



A, larve de *Planoctena*; B, larve de *Ctenoplana*. *S. g. p.*, ébauches du réseau gastrovasculaire périphérique (marginal); *G. ab*, statocyste; E, entonnoir; *o*, œsophage; Ph, pharynx; G. t, gaines tentaculaires.

de sa partie inférieure. Elle est riche en éléments glandulaires et son plafond présente deux bourrelets ciliés en arceaux, disposés symétriquement en deux groupes antagonistes, des deux côtés de l'axe perpendiculaire au plan tentaculaire.

Le système gastrovasculaire a atteint déjà son plein développement, non seulement en ce qui concerne sa partie centrale (entonnoir, et vaisseaux principaux), mais aussi dans sa partie périphérique (réseau marginal).

La larve nage grâce au jeu de ses palettes vibratiles. Le déplacement par sauts, en battant l'eau par les lobes latéraux, n'est donc qu'une adaptation physiologique secondaire, acquise pendant l'évolution ultérieure de la

larve. D'ailleurs, au stade que j'ai observé, la partie orale du corps larvaire n'a pas encore la capacité de se subdiviser temporairement en deux lobes, son bord marginal restant toujours circulaire, comme chez *Beroë*.

La larve est de petite taille; à l'état vivant, elle atteignait, en complète extension, une hauteur de $0^{mm},55$. La largeur maximum de sa portion aborale était $0^{mm},25$ et celle de sa région orale $0^{mm},65$.

L'organisme est presque tout à fait opaque, étant fortement pigmenté en rose, parsemé de taches de pigment d'un blanc éclatant.

L'autre larve (*fig.* B) appartient, à en juger par la structure de son appareil tentaculaire, à une *Ctenoplana :* les parties extérieures de ses gaines tentaculaires sont à peine individualisées. D'après son aspect extérieur, cette larve ressemble à une *Ctenoplana* adulte de taille minuscule (mon exemplaire mesurait $0^{mm},75$ de hauteur).

Contrairement à ce qu'on observe chez toutes les espèces du genre *Ctenoplana* actuellement connues, le corps de notre larve se trouve subdivisé en deux parties, aborale et orale. Cette subdivision est loin d'atteindre le degré de netteté que nous avons observé chez la larve précédente, mais elle est très nette. Comme chez la *Ctenoplana* adulte, la région orale de la larve est capable de se transformer en deux lobes latéraux qui lui servent d'organes de locomotion. Mais ils n'ont pas encore acquis la capacité de se déployer dans le sens horizontal, et de se transformer temporairement en un disque de fixation et de reptation. En tout cas, pendant une journée tout entière passée à observer mes larves vivantes, je n'ai vu aucune tentative, ni chez l'une, ni chez l'autre, de se fixer et de passer à l'état planariforme.

L'organisation interne de la larve présente, par comparaison avec celle de l'organisme sexuellement mûr, quelques particularités non négligeables. Notons tout d'abord une orientation verticale des parties proximales des gaines, celles dans lesquelles se trouvent placés les massifs tentaculaires. L'orientation horizontale de ces formations, qu'on trouve chez *Ctenoplana* adulte, est le résultat d'une rotation de 90°.

L'autre particularité concerne les grandes dimensions du statocyste, qui est énorme par rapport à la taille du corps et la structure de l'appareil gastrovasculaire. La partie centrale de ce dernier est bien développée et ne se distingue presque en rien de celle de *Ctenoplana* adulte. Au contraire, le réseau gastrovasculaire périphérique reste encore dans un état primitif. Chez une de mes larves, les quatre canaux tentaculaires (deux de chaque côté de l'animal) se prolongent chacun en un diverticule

bifurqué. Chez une larve plus avancée, ces quatre ébauches conservent leur indépendance, mais deviennent arborescentes. C'est par soudures secondaires qu'elles donnent naissance au réseau gastrovasculaire marginal de l'adulte.

Les deux larves étaient presque absolument transparentes, bien que toute la surface du corps fut parsemée d'accumulations de pigment rouge et blanc, sur un fond général jaune d'ocre clair.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Teneur en sucres réducteurs du sang total de quelques Mammifères sauvages.* Note de M. **Achille Urbain** et Mlle **Marie-Antoinette Pasquier**, présentée par M. Auguste Chevalier.

La glycémie, qui a été bien précisée chez l'animal domestique et de laboratoire (Lapin, Cobaye, Chien, Porc, Poule, etc.), par les déterminations de nombreux auteurs ([1]), n'est au contraire pas connue chez les animaux sauvages.

Poursuivant l'étude systématique des constituants organiques du sang de quelques Mammifères sauvages, nous avons effectué le dosage des sucres réducteurs du sang total d'animaux appartenant à divers ordres zoologiques (Ongulés, Carnivores, Primates) et à régimes alimentaires différents (Herbivores, Carnivores, Omnivores). Le sang a été prélevé sur des animaux non soumis au jeûne. Le dosage des sucres réducteurs, ainsi que la défécation préalable, a été réalisé par la méthode d'*Hagedorn* et *Jensen* ([2]).

Nos résultats sont consignés dans le tableau ci-contre.

L'examen de ce tableau permet de tirer les conclusions suivantes :

1° La teneur en sucres réducteurs paraît assez constante et voisine de celle de l'Homme chez certains Ongulés (*Cervidés*, *Camelidés*, *Suidés*) et chez les Primates examinés (*Lasiopygidés*).

2° Chez les Carnivores cette même teneur est légèrement plus élevée,

---

([1]) Schaffer, *Jour. Biol. Chem.*, **19**, 1914, p. 301 ; Ijuro Fujii, *Toh. Journ. Exp. Med.*, **2**, 1921, p. 20, et **3**, 1922, p. 87 ; Barrenscheen et Willheim, *Die Laboratoriumsmethoden der Wiener Kliniken*, Leipzig u. Wien, 1923 ; Svedberg, *Skand. Arch. f. Phys.*, **66**, 1933, p. 113-190 ; Dumazert, *C. R. Soc. Biol.*, **118**, 1935, p. 570.

([2]) Hagedorn et Jensen, *Bioch. Zeits.*, **135**, 1923, p. 46.

tandis qu'elle est au contraire bien moindre chez certains *Caprinés* (Mouton, 0g,59; Chèvre naine du Sénégal, 0g,57) et chez les *Antilopinés* (Gazelle de l'Inde, 0g,36).

Teneur du sang total en sucres réducteurs.
(Résultats exprimés en grammes par litre.)

Familles.		Nombre d'animaux.	Teneur en sucres réducteurs Minim.	Maxim.	Moy.
	I. — ONGULÉS.				
Bovidés.					
a. Caprinés.	Mouton	5	0,43	0,84	0,59
	Chèvre naine du Sénégal	12	0,37	1,82	0,57
	Mouflon de Corse (*Ovis musimon* Pallas)	6	0,88	1,08	0,80
b. Antilopinés.	Gazelle de l'Inde (*Antilope cervicapra* Pal.)	6	0,31	0,42	0,36
Cervidés.	Cerf de France (*Cervus elaphus* L.)	4	0,79	1,21	1,02
	Cerf pseudaxis (*Cervus pseudaxis* Gray)	5	1,41	1,73	1,67
	Daim (*Dama dama* L.)	6	0,94	1,10	1,04
Camelidés.	Dromadaire (*Camelus dromedarius* L.)	4	0,91	1,03	0,90
	Guanaco (*Lama glama huanacus* Molina)	4	1,02	1,14	1,05
	Lama (*Lama glama* L.)	5	0,82	1,03	0,89
Suidés.	Sanglier d'Indochine (*Sus cristatus* Wag.)	5	1,07	1,17	1,12
	II. — CARNIVORES.				
Félidés.	Lion (*Felis leo* L.)	5	1,05	1,38	1,20
Canidés.	Loup (*Canis lupus* L.)	3	0,91	1,30	1,14
	III. — PRIMATES.				
Lasiopygidés.	Cynocéphale babouin (*Papio papio* Desm.)	5	0,97	1,07	1,04

3° Parmi les divers ordres envisagés, on observe chez les Carnivores une teneur en sucres réducteurs plus élevée que chez les Omnivores et que chez les Herbivores. Cependant parmi les Herbivores certaines espèces de *Caprinés* et d'*Antilopinés* se distinguent par leur glycémie notablement basse.

ENTOMOLOGIE BIOLOGIQUE. — *Sur le cycle évolutif de deux Ornithodores de grande taille*, Ornithodorus Canestrinii *Birula* 1895 *et* O. delanoei *Roubaud et Colas-Belcour* 1931. Note [1] de M. **Jacques Colas-Belcour**, présentée par M. Émile Roubaud.

Ayant étudié comparativement le cycle évolutif de deux Ornithodores de grande taille [2], *O. canestrinii* de Perse et *O. delanoei* du Maroc, nous rapportons les résulats obtenus pour des conditions constantes de température (+ 28° C.) et d'humidité relative (environ 90 %). Le développement de ces espèces, jusqu'ici inconnu, est par lui-même remarquablement lent; il rend leur cycle d'autant plus long que des intervalles de plusieurs mois ont dû être observés souvent, avant que certaines nymphes récemment écloses veuillent reprendre le nouveau repas de sang, nécessaire pour parvenir au stade suivant. Ces Ornithodores furent nourris soit sur cobaye, soit, lorsque la taille ou le nombre des spécimens le rendaient préférable, sur lapin.

Ayant obtenu, dans ces conditions, le cycle évolutif d'*O. canestrinii*, nous avons constaté qu'une ponte, obtenue 26 jours après le repas de la femelle, a donné naissance à des larves 24 jours après l'apparition des premiers œufs. Les larves se sont *nourries sur le cobaye en* 12 *à* 19 *jours* (en moyenne 15); elles ont donné des nymphes qui, plusieurs jours après, ont repris un nouveau repas de sang en quelques instants (10 à 30 minutes), sur le même hôte. Les 2e, 3e et 4e stades nymphaux sont apparus successivement, chacun d'eux précédé du repas de sang habituel et d'un intervalle de temps de plus en plus long; en moyenne, pour ces trois, mues, nous avons relevé 18, 21 et 33 jours. Les nymphes du 4e stade, après s'être elles-mêmes nourries, donnèrent naissance, en 27 à 51 jours (en moyenne 40), soit à des mâles, soit à des nymphes du 5e stade qui, une fois gorgées, muèrent en femelles (en 37 à 40 jours).

Les larves récemment écloses d'*O. delanoei* se sont également nourries lentement sur le cobaye, ne s'en détachant qu'après un intervalle de 5 à 10 jours (en moyenne 6). Les stades nymphaux suivants furent compa-

---

(1) Séance du 10 mars 1941.

(2) Les femelles d'*O. canestrinii* mesurent de 13^{mm},2 à 13^{mm},7, celles d'*O. delanoei* peuvent atteindre 18^{mm}; la première espèce, rapportée par M. Delpy, est conservée au laboratoire depuis 1937, la seconde depuis 1929.

rables à ceux de l'espèce précédente, à cette seule différence près que les délais observés entre les repas et les mues qui leur firent suite furent notablement plus longs que chez *O. canestrinii*; c'est ainsi que l'apparition des nymphes du 5ᵉ stade, ou des adultes, n'eut lieu que de 56 à 315 jours après le dernier repas de sang du stade précédent (3).

Le cycle de ces Ornithodores, au point de vue du nombre des stades nymphaux, 4 pour les mâles, 5 pour les femelles, s'apparente à ceux d'*O. rostratus* (4), d'*O. coriaceus* (5), d'*O. moubata* (6), d'*O. savignyi* (7), d'*O. coniceps* (8), d'*O. turicata* (9) et, sous certaines conditions de milieu, à celui d'*O. erraticus* (10). Un seul trait commun est particulier à nos deux grandes espèces, la longue durée des repas larvaires sur l'hôte : c'est là un caractère bien connu pour les larves des diverses espèces d'*Argas* (11), mais plus exceptionnel chez celles du genre *Ornithodorus*. Il ne s'y rencontre, en effet, que chez *O. megnini* et *O. lahorensis*, plus strictement adaptés à une vie parasitaire permanente sur leur hôte [s'étendant même à plusieurs stades nymphaux (12)], chez *O. rostratus* et dans le groupe *O. talaje-O. coniceps*. On sait que chez ces deux Ornithodores de taille moyenne, après leur long repas sur l'hôte, les larves muent successivement deux fois, donnant naissance aux nymphes du premier et du deuxième stade, sans qu'aucun repas de sang n'ait lieu dans l'intervalle des mues; c'est là un fait notable pour ces deux espèces et qui les caractérise biologiquement. On ne peut donc comparer sous le rapport de leur nutrition larvaire, *O. canestrinii*

---

(3) Dans ces expériences, nous n'avons donné à nos ornithodores qu'un seul repas de sang après chaque mue; il est possible que plusieurs repas successifs abrègent ces intervalles de temps pour ces stades de grande taille.

(4) E. Brumpt, *Annaes Paulistas de Med. e Cirurg.*, 4, 1915, p. 25.

(5) W. B. Herms, *Jl. of Parasitology*, 2, 1916, p. 137.

(6) N. Cunliffe et G. H. F. Nuttall, *Parasitology*, 13, 1921, p. 327; B. Jobling, *Bull. of. Ent. Res.*, 15, 1924-1925, p. 271.

(7) N. Cunliffe, *Parasitology*, 14, 1922, p. 17.

(8) E. Brumpt, *Précis de Parasitologie*, 3ᵉ édit., Paris, 1922, p. 775; O. Theodor, *Zeitschr. f. Paras.*, 5, 1932, p. 69.

(9) H. A. Kemp, W. Morsound et H. E. Wright, *Amer. Jl. of Trop. Med.*, 14, 1934, p. 479; E. Francis, *Public Health Repts*, 53, 1938, p. 2220.

(10) E. Brumpt, *Précis de Parasitologie*, 4ᵉ édit., Paris, 1927, p. 906; J. Colas-Belcour, *Bull. Soc. Path. Exot.*, 28, 1935, p. 604.

(11) Notons qu'*O. delanoei* est apparenté morphologiquement avec certains *Argas* (*A. brumpti*). Cf. E. Roubaud et J. Colas-Belcour, *Bull. Soc. Path. Exot.*, 24, 1931, p. 248; il en est de même pour *O. canestrinii*.

(12) E. Brumpt, *Ann. de Paras. hum. et comp.*, 14, 1936, p. 632; *ibid.*, p. 647.

et *O. delanoei*, qu'avec *O. rostratus* que Brumpt a déjà rapproché d'*Argas persicus;* par contre, cet auteur a noté, chez *O. rostratus*, que la longue durée du repas larvaire n'est pas un fait constant, 25 à 30 % des larves fixées sur la crête d'une poule s'en détachaient gorgées au bout de 15 à 60 minutes.

La longue durée des repas des larves d'*O. canestrinii* et d'*O. delanoei* est, pour nous, en rapport avec le rapide accroissement de taille des premiers stades de ces deux Ornithodores. Ainsi se confirme à nouveau le rapprochement tant morphologique que biologique des deux genres *Argas* et *Ornithodorus*, confondus jadis dans la Systématique et que certains auteurs tendent actuellement d'ailleurs à refusionner ([13]).

ENTOMOLOGIE BIOLOGIQUE. — *Absorption de solutions salines par un Réduvidé hématophage*, Triatoma infestans *Klug. Importance de la concentration.* Note ([1]) de MM. **Pierre Nicolle** et **Maurice Mathis**, présentée par M. Émile Roubaud.

Nous avons indiqué ([2]) qu'en mettant à profit le thermotropisme alimentaire des Réduvidés hématophages, on pouvait leur faire ingérer à travers une mince membrane, non seulement du sang défibriné ou chacun de ses constituants, plasma, sérum, globules lavés, mais aussi un certain nombre de liquides naturels, sérosités, lait écrémé, ou artificiels, eau physiologique, solutions de Ringer-Locke, de Tyrode, bouillon de culture.

Nous étudierons ici plus spécialement les conditions qui déterminent l'absorption des solutions de sels neutres des métaux alcalins et alcalino-terreux par *Triatoma infestans*. Tous les stades larvaires, ainsi que les adultes se sont montrés capables d'absorber les solutions salines. Signalons toutefois que les délais normaux de jeûne après l'éclosion et après les mues doivent être sensiblement dépassés ([3]). Quand il s'agit d'un repas sur

---

([13]) G. A. H. Bedford, 18th *Rept of the Div. of Veter. Serv. and Anim. Industry, Union of South Africa*, 1, 1932, p. 275.

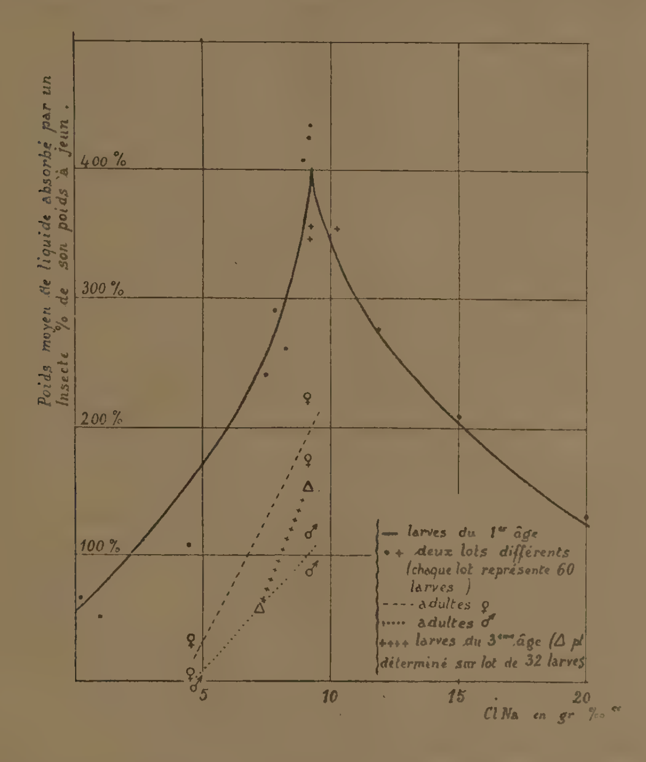
([1]) Séance du 10 mars 1941.

([2]) *C. R. Soc. Biol.*, 135, 1941, p. 25.

([3]) Wigglesworth, pour *Rhodnius prolixus*, a écrit qu'il était nécessaire d'ajouter aux solutions salines une trace d'hémoglobine pour que l'insecte les absorbe. Nous nous demandons si cet auteur n'a pas utilisé, dans ses essais négatifs avec les solutions sans hémoglobine, des insectes insuffisamment affamés. De notre côté, en observant cette condition très importante du jeûne prolongé, nos *Rhodnius* ont absorbé très complètement des solutions non additionnées d'hémoglobine.

cobaye, par exemple, les larves du premier stade sont en état de se nourrir dès le 5[e] ou 6[e] jour après l'éclosion. Pour obtenir une réplétion comparable avec les solutions salines, il est nécessaire que le jeûne ait duré au moins 30 à 35 jours à l'étuve à 30°C.

L'importance de la température des liquides offerts aux insectes, comme facteur déterminant la piqûre et la succion, est encore plus grande lorsqu'il



s'agit de repas sur membrane artificielle que dans le cas de repas sur animal. Dans les conditions naturelles, l'insecte est sollicité vers l'hôte nourricier par un certain nombre d'excitations, thermiques, olfactives, chimiques, qui agissent en synergie. Dans les conditions artificielles, où seule la température entre en jeu, il est nécessaire de compenser l'absence des autres excitations par l'élévation du degré de l'excitant thermique. Pour *Triatoma infestans*, la température optimum des repas sur membrane est de 42°C. ([1]).

La nature des substances salines, si l'on s'en tient aux sels neutres des

([1]) Cette température est trop élevée pour *Rhodnius prolixus*, qui préfère les environs de 38°C.

métaux alcalins et alcalino-terreux, semble n'avoir qu'une faible importance. Aucune préférence, comme aucune aversion, n'a pu être notée pour un métal ou pour un radical acide (5).

La quantité de solution absorbée varie avec la teneur en sel des solutions. Très faible pour l'eau pure, elle augmente régulièrement à mesure que croît le degré de concentration. Elle atteint son maximum, pour chaque sel, aux environs de l'isotonicité au plasma des animaux à sang chaud, puis elle décroît rapidement. (Voir ci-dessus le graphique des quantités de solutions de chlorure de sodium absorbées, en fonction de la concentration, par des larves du premier âge.) L'isotonicité au plasma est donc une condition importante pour la réplétion totale des insectes dans le cas des solutions salines. Cette constatation a pu être également étendue à des substances non électrolytiques comme le glucose.

Nous avons mis également en évidence un autre facteur qui, d'importance moindre, contribue cependant à rendre plus complète la réplétion : l'isoionicité au plasma des animaux à sang chaud. Les solutions physiologiques dites équilibrées vis-à-vis des ions du plasma sont absorbées par les Triatomes en quantité notablement supérieure à celle de la solution physiologique de chlorure de sodium.

Enfin le pH des solutions joue un rôle non négligeable dans l'absorption. Une légère alcalinité (pH 7,8) favorise nettement la réplétion, tandis qu'une acidité, même faible (pH 6,4), est au contraire défavorable.

Par ces faits, on voit combien étroitement se trouve fixée l'adaptation d'un insecte hématophage à son alimentation normale, puisque c'est seulement lorsque les solutions salines possèdent les principaux caractères physiques du plasma, température, isotonicité, isoionicité et pH alcalin, qu'on observe le plus haut degré de réplétion.

Faut-il admettre que c'est l'appareil gustatif situé à l'entrée du pharynx qui renseigne l'insecte sur les qualités physiques des liquides qu'on lui offre ? Nous croyons plutôt que l'hypotonicité et l'hypertonicité des solutions produisent, dès les premières gorgées, des modifications d'ordre osmotique au niveau de l'appareil digestif, et que ces modifications, en rendant moins élastiques, par exemple, les parois de l'estomac, entravent d'autant plus rapidement sa distension que les solutions ingérées sont plus éloignées de l'isotonicité. Cette hypothèse apporterait en outre une expli-

(5) A part le chlorure de sodium, la plupart des autres sels sont nocifs pour les insectes et les tuent en quelques heures.

cation au fait que les insectes, en présence d'eau pure ou de solutions hypotoniques, ne se retirent qu'après avoir fait de nombreuses tentatives d'absorption. Il semble, à voir leurs efforts et l'agitation qui s'empare d'eux, qu'une impossibilité physique vienne seule entraver le fonctionnement de l'appareil de succion.

ÉNERGÉTIQUE BIOLOGIQUE. — *La thermogenèse chez les Abeilles*, Insectes sociaux thermœciques. Note de MM. **Maurice Mathis** et **Marcel Courtin**, présentée par M. Émile Roubaud.

Au cours de ses recherches sur les sociétés primitives de guêpes sociales africaines, M. Émile Roubaud ([1]) a divisé les Insectes sociaux en deux groupes, d'après les fondements biologiques du lien social :

1° Les *trophœcies*, caractérisées par des échanges nourriciers réciproques entre larves et adultes (guêpes, fourmis, etc.) ([2]);

2° Les *thermœcies* (sociétés d'abeilles), qui ont la production de chaleur comme base de groupement. Depuis Réaumur ([3]), on sait que l'intérieur d'une ruche possédant une colonie saine et vigoureuse est à une température voisine de celle d'une poule couvant ses œufs.

Les observations que nous avons pu faire sur la température d'une ruche en saison froide à l'Insectarium de l'Institut Pasteur, au moyen d'un thermomètre enregistreur J. Richard, muni d'un plongeant à dilatation liquide, placé au centre de la colonie d'abeilles d'une manière permanente, peuvent être résumées ainsi :

1° En automne, alors que le couvain existe encore, la température intérieure de la ruche est constante aux environs de 35° C., c'est la *période d'isothermie*.

2° Dès les premiers froids et la cessation de la ponte par la reine-abeille, cette température décroît par paliers, c'est la *période d'abaissement progressif*.

([1]) *Comptes rendus*, 151, 1910, p. 553; *Ann. Sci. nat. Zool.*, 9e série, 1, 1916, 160 pages, 34 figures; *Bull. Soc. Entom. de France*, n° 4, 1929, p. 83.

([2]) En 1924 W. M. Vheeler développait les mêmes points de vue, sous le nom de *trophallaxis*. Le terme de É. Roubaud, *œcotrophobiose*, qui a la priorité, nous semble plus juste, plus précis, mieux adapté à l'objet qu'il se propose de définir.

([3]) Réaumur, *Mémoires pour servir à l'Histoire des Insectes*, Paris, 5, 1740, p. 387.

3° Le tracé de la courbe de température présente au cours des grands froids des oscillations particulières, c'est la *période de luttes fébriles*.

4° Dès les premiers beaux jours, la température remonte par paliers, c'est la *période de hausse progressive*.

Dans cette Note, nous n'envisagerons que la période s'étendant entre la fin de la ponte et sa reprise au printemps. Au cours de ces trois mois de réclusion totale, les abeilles s'alimentent uniquement du miel mis en réserve. Quel est le rendement de cette transformation dans la machine-abeille, tel est l'objet de ces recherches.

Nous avons choisi, pour établir nos données, parmi nos ruches d'expériences, trois groupes à peu près comparables, tant du point de vue de leur construction que de leur population. Du 8 octobre 1940 au 29 janvier 1941, ces ruches ont perdu respectivement :

Groupe I. — Calorifugé, ruches Dadant-Blatt à 12 cadres, de 2 à 3 kilogs.
Groupe II. — Mal calorifugé, ruches Langstroth démontables, 4 kilogs.
Groupe III. — Témoin, non calorifugé, ruche Dadant-Blatt à 9 cadres, 10 kilogs.

Si nous éliminons la ruche témoin, non calorifugée, une simple planchette de bois en guise de toit, nous pouvons considérer que la consommation moyenne de miel par colonie d'abeilles représente une moyenne de 40^g de miel par jour. Nous avons cherché à déterminer à quelles possibilités de chauffage pouvait correspondre l'ingestion de cette ration journalière. Le miel contenant en moyenne 30 % d'eau, 40^g de miel représentent 28^g d'un mélange de saccharose, glucose, lévulose, dextrose etc., la saccharose se dédoublant d'ailleurs en glucose. La chaleur d'oxydation d'un semblable mélange étant voisine de 4000 calories-gramme, ces 28^g fourniront 112.000 calories. La transformation de cette ration en chaleur, en 24 heures, équivaut à la présence dans la ruche d'une source de chaleur d'une puissance de 5,4 watts ; si cette transformation est effectuée en 1 heure, à la mise en action, pendant ce temps d'une source de chaleur d'une puissance de 130 watts.

Par ailleurs, les diagrammes de température montrent que, pendant la *période de luttes fébriles*, les abeilles peuvent, en 1 heure, relever de 10°C. la température intérieure de la ruche. De quelle puissance doivent-elles disposer pour mener cette opération à bien, c'est-à-dire pour élever de 10°C. la température du miel et de la cire contenus dans la ruche et pour compenser en même temps les pertes par rayonnement des parois extérieures ?

Dans une ruche de dimensions normales ($45 \times 45 \times 32^{cm}$) et contenant 20^{kg} de miel et de cire, les calculs montrent qu'il faut disposer de 69 watts pour élever de 10°C. en 1 heure cette masse de 20^{kg}, et de 34 watts pour compenser les pertes calorifiques par rayonnement, soit une puissance totale de 103 watts.

Il se trouve donc que la transformation du miel en calories dans l'organisme de l'abeille correspond très sensiblement au nombre de calories nécessaires pour relever en un temps donné la température de la ruche à une valeur acceptable pour ces insectes.

Ce calcul, sur des données expérimentales, démontre le bien-fondé de la conception *thermœcique* de É. Roubaud. Le miel se comporterait donc au cours du repos hivernal, alors que le couvain n'existe pas, comme un aliment énergétique, le combustible des abeilles.

La mise en réserve du miel par les abeilles, au cours de la belle saison, représenterait donc un des éléments fondamentaux de ce groupe social thermœcique par excellence. Cette accumulation du miel, d'autant plus considérable que l'on s'éloigne davantage des zones tropicales, peut être considérée comme exprimant l'adaptation des sociétés d'abeilles au refroidissement progressif du milieu.

Pratiquement, ces résultats permettent de fixer avec précision la quantité de miel que les apiculteurs doivent laisser aux abeilles, après la dernière récolte, pour qu'elles puissent hiverner dans les meilleures conditions.

La séance est levée à $15^{h}35^{m}$.

A. Lx.

ERRATA.

Note de M. *Émile Borel*, Applications du calcul des probabilités aux problèmes concernant les nombres premiers. Théorème de Goldbach :

Page 319, note (³) au bas de la page, ligne 2, *au lieu de* l'étude des séries de ces nombres obtenus, *lire* l'étude des séries de ces nombres en modifiant les nombres obtenus.... ; ligne 4, *au lieu de* divisibles, *lire* divisible ; ligne 5, *au lieu de* par 2 etc., *lire* par 2, etc.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances de février 1941.

Flore de Madagascar (Plantes vasculaires). 49ᵉ famille. *Orchidées*, par Henri Perrier de La Bâthie. Tome I. Tananarive, Imprimerie officielle, 1939 ; 1 vol. 25ᶜᵐ.

Commentationes Anno III, Vol. III, Tome X. *Annélides polychètes de l'Indochine recueillies par C. Dawydoff*, par Pierre Fauvel. Roma, Pontificia Academia Scientiarum, 1939 ; 1 vol. 24ᶜᵐ.